

Giedrė Kvietkauskienė
Palmira Pečiuliauskienė

Fizika

XI klasės mokytojo knyga



UDK 372.853
Kv39

Pirmasis leidimas 2007

Metodinė knyga apsvarstyta Vilniaus pedagoginio universiteto Fizikos ir technologijos didaktikos katedroje (2007-02-01, protokolas Nr. 01) ir Vilniaus pedagoginio universiteto Fizikos ir technologijos fakulteto tarybos rekomenduota (2007-02-12, protokolas Nr. 07-01) naudoti aukštųjų mokyklų pedagoginių studijų fizikos specialybės studentams.

Kvietkauskienė, Giedrė
Kv39 Fizika: bendrasis kursas: XI klasės mokytojo knyga / Giedrė Kvietkauskienė, Palmira Pečiuliauskienė. – Kaunas: Šviesa, 2007. – 176 p.: iliustr. – (Mokytojo knyga: MK)
Bibliogr., 175 p.
ISBN 978-5-430-04887-7
Tai mokytojams skirta metodinė priemonė prie XI klasės fizikos vadovėlio (aut. P. Pečiuliauskienė). Joje aptariama Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrųjų programų ir išsilavinimo standartų dalis, skirta darbui XI (gimnazijos III) klasėje, individuali fizikos mokymo programa, teminių planų bei dienos planų projektai, metodinės rekomendacijos, šiuolaikinės didaktikos pagrindai.
Leidinyje nurodomi konkrečių temų pamokų tikslai, pamokų eiga, mokymo priemonės.

UDK 372.853

ISBN 978-5-430-04887-7

Įvadas

Mieli mokytojai!

Fizikos mokymo bendrojo lavinimo mokyklos paskutinėje pakopoje ypatumas – mokymas pagal skirtingo lygio kursus: bendrąjį ir išplėstinį. Baigiamas parengti fizikos vadovėlio komplektas, skirtas fizikai dėstyti 11 ir 12 klasėje pagal bendrojo kurso programą. Jau išleisti fizikos vadovėliai (aut. P. Pečiuliauskienė), skirti fizikai mokyti pagal bendrojo kurso programą 11 ir 12 klasėje, mokyklose naudojamos fizikos pratybos toms pačioms klasėms (aut. P. Pečiuliauskienė), fizikos testai (aut. S. Vičas), fizikos uždavinynai (aut. S. Vičas). Ši fizikos mokytojo knyga – darbo sąsiuvinis 11 klasei – yra paskutinis fizikos vadovėlio komplekto, skirto fizikai mokyti vienuoliktoje klasėje, pagal bendrojo kurso programą, struktūrinis komponentas.

Fizikos mokytojo knygos-darbo sąsiuvinio 11 klasei turinys ir struktūra atitinka edukacinės praktikos bendrojo lavinimo mokykloje realijas. Ši metodinė priemonė sudaryta taip, kad mokytojui būtų patogu ją naudoti. Manome, jog ji supaprastina fizikos mokymo planavimą, kadangi joje pateikiamos planavimo gairės – Bendrosios programos ir Išsilavinimo standartai. Be to, mokytojo knygoje-darbo sąsiuvinyje pateikta individualioji fizikos mokymo programa, teminis fizikos kurso planas, dienos pamokų planų projektai.

Ši mokymo priemonė vadinama fizikos mokytojo knyga-darbo sąsiuviniu. Pavadinimas atspindi jos paskirtį, nes joje mokytojui sudarytos sąlygos papildyti pateiktus dienos pamokų projektus. Mokytojas gali tobulinti pamokos tikslus, koreguoti mokomosios medžiagos dėstymą, užduočių skyrimą. Manome, kad ši metodinė priemonė sudaro sąlygas mokytojo kūrybiškumui ugdyti ir projektuojant mokymo turinį, ir planuojant mokomąją medžiagą. Be to, šia metodine priemone sėkmingai gali naudotis fizikos specialybės aukštųjų mokyklų studentai, atlikdami pedagoginę praktiką bendrojo lavinimo mokyklos baigiamojoje pakopoje.

Linkime gero planavimo, sėkmingo fizikos mokymo.

Autorės

1. Fizikos mokymo planavimas pagal bendrojo kurso programą

Fizikos mokymas 11 klasėje grindžiamas fizikos bendrąja programa, kuri patvirtinta Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2002 m. rugpjūčio 21 d. įsakymu Nr. 1465. Ji sudaryta iš dviejų dalių – fizikos programos bendrajam kursui ir programos išplėstiniam kursui. Šioje mokytojo knygoje, teikdami siūlymus individualiosios programos rengimui, teminiam planavimui, dienos pamokų sudarymui, remsimės fizikos mokymo bendrojo kurso programa.

Fizikos programos paskirtis ir struktūra

Fizikos programos paskirtis – teikti sistemingas žinias, įgūdžius, formuoti vertybines nuostatas, kurios leistų kiekvienam mokiniui suvokti fizikos reiškinius, atskleisti jų tarpusavio ryšius, ugdyti bendrąją ir dalykinę kompetenciją. Fizikos bendrojo kurso programa apima tik fizikos pagrindus, suteikia minimalų fizikinį išprusimą, būtiną nuolat besikeičiančioje žinių ir informacijos visuomenėje. Bendrajam kursui skiriamos 2 savaitinės pamokos per mokslo metus (4 savaitinės pamokos per dvejus mokslo metus). Baigdamas mokyklą, mokinys gali laikyti mokyklinį egzaminą, kurio programa suderinta su bendrojo kurso išsilavinimo standartais.

Bendrojo kurso programą sudaro šie skyriai:

1. Metodologiniai fizikos klausimai.
2. Medžiagų sandara.
3. Judėjimas ir jėgos.
4. Molekulinė fizika ir termodinamika.
5. Elektra ir magnetizmas.
6. Svyravimai ir bangos.
7. Dalelių fizika, kvantai.
8. Šiuolaikinės astronomijos pagrindai.
9. Rekomenduojami laboratoriniai darbai.

Vienuoliktoje klasėje nagrinėjami šie fizikos skyriai:

1. Metodologiniai fizikos klausimai.
2. Judėjimas ir jėgos.
3. Molekulinė fizika ir termodinamika.
4. Elektra ir magnetizmas (vienuoliktoje klasėje numatoma nagrinėti tik elektrostatiką).
5. Rekomenduojami laboratoriniai darbai.

Fizikos bendrojo kurso programos uždaviniai:

- tiriant ir analizuojant fizikos reiškinius ugdytis mokslinę pasaulėvoką ir atsakingą požiūrį į aplinką, gamtą, gyvybę;
- mokytis modeliuoti paprasčiausius gamtos reiškinius bei procesus, spręsti praktinius fizikos mokslo uždavinius, pritaikant kitų mokomųjų dalykų žinias bei gebėjimus;
- mokytis formuluoti hipotezes, planuoti stebėjimus ir bandymus joms patikrinti, apibendrinti gautus duomenis, daryti išvadas, patraukliai pateikti rezultatus, vertinti jų tikslumą ir patikimumą, matavimo paklaidas, pastebėti ir ištaisyti klaidas;
- aiškinti fizikos mokslo ir jo laimėjimais kuriamų technologijų vaidmenį žmonijos gyvenime, jų ryšį su gamtine, socialine ir kultūrine aplinka, taikyti įgytas fizikos mokslo žinias ir gebėjimus sprendžiant įvairias kasdienio gyvenimo, aplinkotyros, aplinkosaugos ir subalansuotosios plėtros problemas;
- susipažinti su šiuolaikinės fizikos tyrimų kryptimis.

Tematika

1. Metodologiniai fizikos klausimai

Fizikos ir kitų gamtos mokslų vieta modernios visuomenės gyvenime. Fizika ir naujos technologijos.

Fizikinių tyrimo metodų pagrindai, šių metodų galimybės, jų nauda, galimi pavojai ir žala gamtai, įtaka socialinei, kultūrinei aplinkai.

Mikroskopinis ir makroskopinis pasaulis. Pasaulio įvairovė.

Fizikinis pasaulio pažinimas: fizikinės sąvokos, stebėjimas, bandymas, hipotezė, teorija, modeliai. Mokslinių žinių absoliutumas ir sąlygiškumas.

Svarbiausių pasaulio fizikos atradimų istorija. Moksliniai atradimai ir asmenybė. Lietuvos mokslininkų vaidmuo ir vieta fizikos mokslo raidoje.

2. Judėjimas ir jėgos

Kūnų judėjimas: kelias, greitis, pagreitis, trajektorija. Judėjimas tiese ir apskritimu.

Jėgos mechanikoje. Jėgų klasifikacija pagal jų prigimtį ir reiškimąsi: trinties, keliamoji, sunkio, svorio, varos, tamprumo. Jėga kaip judėjimo kitimo priežastis. Kūno masė. Niutono dėsniai, jų taikymas sprendžiant paprasčiausius uždavinius. Jėgos impulsas. Judesio kiekio tvermės dėsnis. Įcentrinė jėga. Dinamikos dėsniai kasdienės patirties pavyzdžiuose.

Mechaninis darbas ir galia. Potencinė ir kinetinė energija. Energijos tvermė mechanikoje.

Jėga – deformacijos priežastis ir padarinys. Mechaninės kūnų savybės ir molekulinė struktūra.

Visuotinė (gravitacijos) trauka. Dangaus kūnų judėjimas. Kosminių skrydžių mechanikos pradmenys. Nesvarumas.

Reliatyvumo teorijos atsiradimo prielaidos ir reiškimosi pavyzdžiai. Šviesos greitis – ribinis greitis.

3. Molekulinė fizika ir termodinamika

Šiluminė kūnų energija. Vidinė kūnų energija, jos rūšys. Temperatūra. Mechaninio darbo ir šilumos ryšys.

Molekulinės kinetinės teorijos pradmenys. Idealiųjų dujų lygtis. Termodinamikos pradmenys. Pirmasis ir antrasis termodinamikos dėsniai. Šiluminės mašinos ir jų naudingumo koeficientas. Šilumos perdavimo dėsningumai, jų svarba technikoje ir kasdieniame gyvenime.

4. Elektra ir magnetizmas

Dvi elektros krūvių rūšys. Elektros krūvio dalumas. Elektronas ir elementarusis krūvis. Įelektrintų kūnų sąveika. Elektrinis laukas. Krūvio tvermės ir Kulono dėsniai.

Elektrinė talpa. Kondensatoriai.

5. Rekomenduojami laboratoriniai darbai

1. Tolygiai greitėjančio kūno pagreičio matavimas.
2. Spyruoklės standumo matavimas.
3. Slydimo trinties koeficiento matavimas.
4. Mechaninės energijos tvermės dėsnio tyrimas.
5. Laisvojo kritimo pagreičio nustatymas svyruokle.

2. Išsilavinimo standartai bendrąjį fizikos kursą pasirinkusiems mokiniams

Mokinių laimėjimų vertinimas – integrali edukacinės praktikos dalis, atliekanti motyvuojamąją, mokomąją, diagnostinę, formuojamąją, auklėjamąją, lavinamąją ir kontrolės funkciją. Pagrindinėje ir vidurinėje mokykloje taikomas kriterinis vertinimas. Jo pagrindas – nustatyti bendrieji reikalavimai, kurie parodo, kokių rezultatų reikia siekti.

Mokinių žinių, gebėjimų ir įgūdžių vertinimo kriterijus apibrėžia bendrojo išsilavinimo standartai. Jie nurodo siekiamus mokymosi vidurinėje mokykloje rezultatus, pagrindines žinias, mokėjimus ir įgūdžius, kuriuos turi turėti atskiras fizikos temas, skyrius išmokę mokiniai.

Šiame mokytojo knygos skyriuje pateikiame išsilavinimo standartų medžiagą, susijusią su tais fizikos skyriais, kurie nagrinėjami vienuoliktoje klasėje:

1. Metodologiniai fizikos klausimai;
2. Judėjimas ir jėgos;
3. Molekulinė fizika ir termodinamika;
4. Elektra ir magnetizmas (vienuoliktoje klasėje numatoma nagrinėti tik elektrostatiką).

Sritis/tematika	Esminiai gebėjimai	Bendrąjį kursą pasirinkusių mokinių laimėjimai
1. Metodologiniai fizikos klausimai	Apibūdinti fizikinės analizės eigą ir atlikti fizikinius tyrimus.	1.1. Aiškina aplinkinio pasaulio įvairovę vartodamas fizikines sąvokas. Apibūdina mikro- ir makropasaulį, jų mastelius. Aiškina fizikos ir kitų mokslo žinių absoliutumo ir sąlygiškumo aspektus.
	Apibūdinti žmogaus vaidmenį moksliniuose atradimuose ir fizikos bei kitų mokslų žinių sąlygiškumo aspektus.	1.2. Apibūdina fizikinius tyrimo metodus, šių metodų galimybes, jų naudą, galimus pavojus ir žalą gamtinei, socialinei, kultūrinei aplinkai.
		1.3. Yra susipažinę su svarbiausių pasaulio fizikos atradimų istorija. Apibūdina žmogaus vaidmenį moksliniuose atradimuose. Nusako Lietuvos mokslininkų indėlį į fizikos mokslo raidą.
2. Judėjimas ir jėgos	Apibūdinti ir vartoti pagrindines kinematikos ir dinamikos sąvokas: *mechaninis judėjimas, atskaitos sistema, materialusis taškas, trajektorija, kelias, poslinkis, greitis, pagreitis, jėga*.	2.1. Aiškina materialiojo taško kinematikos pagrindus. Apibūdina ir vartoja šias fizikines sąvokas ir dydžius: *mechaninis judėjimas, atskaitos sistema, materialusis taškas (taškinis kūnas), trajektorija, kelias, poslinkis, vidutinis greitis, greitis, momentinis greitis ir pagreitis kaip vektoriai.* Apibūdina tolygini, tolygiai kintantį slenkamąjį judėjimą, judėjimą apskritimu pastoviu greičiu, įcentrinį pagreitį, apsisukimų periodą ir dažnį. Sprendžia modelinius kinematikos uždavinius.
	Sprendžiant uždavinius taikyti pagrindines kinematikos lygtis ir dinamikos dėsnius.	2.2. Nurodo jėgą, kaip judėjimo kitimo arba kūnų deformacijos priežastį. Skiria keturias pagrindines fundamentinių jėgų (sąveikų) rūšis: gravitacijos, elektromagnetinę, silpnąją ir stipriąją. Klasifikuoja jėgas pagal jų reiškimąsi ar kitus kriterijus

Sritis/tematika	Esminiai gebėjimai	Bendrąjį kursą pasirinkusių mokinių laimėjimai
		(pvz.: trinties, keliamoji, sunkio, svorio, įcentrinė, tamprumo, molekulinė, elektrinė, magnetinė, varos ir kt.).
		2.3. Nusako dinamikos pradmenis. Formuluoja I, II ir III Niutono dėsnius ir juos taiko, spręsdami paprasčiausius modelinius uždavinius. Dinamikos dėsnius iliustruoja kasdienės patirties pavyzdžiais.
		2.4. Aiškina visuotinę (gravitacijos) trauką. Formuluoja impulso tvermės dėsnį ir taiko jį, spręsdami paprasčiausius uždavinius. Apibūdina dangaus kūnų judėjimą, kosminių skrydžių mechanikos pradmenis bei nesvarumą.
	Apibūdinti mechaninę energiją bei jos virsmus, galią.	2.5. Apibūdina potencinę ir kinetinę energiją, mechaninį darbą. Analizuoja energijos virsmus paprasčiausių mechaninių procesų atvejais (kūno kritimas gravitacijos lauke, suspausta spyruoklė, matematinės švytuoklės energijos virsmai ir kt.).
		2.6. Nusako reliatyvumo teorijos objektą, atsiradimo prielaidas ir raidą. Nurodo, kad šviesos greitis vakuume – tai ribinis signalų sklidimo greitis. Pateikia reliatyvumo teorijos reiškimosi pavyzdžių. Apibūdina, kodėl reliatyvumo teorijos išvados neprieštarauja klasikinės fizikos dėsniams.
3. Molekulinė fizika ir termodinamika	Nusakyti pagrindinius molekulinės kinetinės teorijos teiginius.	3.1. Mechanines kūnų savybes sieja su jų molekuline struktūra.

Sritis/tematika	Esminiai gebėjimai	Bendrąjį kursą pasirinkusių mokinių laimėjimai
	Apibūdinti fazinius virsmus, vidinę energiją ir jos kitimo būdus. Apibūdinti šiluminių variklių naudą, jų sukeliamas ekologines problemas, veikimo principus. Taikyti energijos tvermės dėsnį įvairių energijos virsmų atveju. Apibūdinti negrįžtamuosius procesus. Pagrįsti būtinybę taupyti, efektyviai naudoti energiją.	3.2. Nusako molekulinės kinetinės teorijos pradmenis. 3.3. Apibūdina idealiųjų dujų modelį, būsenos parametrus, idealiųjų dujų būsenos lygtį (Mendelejevo ir Klapeirono lygtį). 3.4. Aiškina fazinius virsmus: lydymąsi-kristalizaciją, garavimą-kondensaciją, virimą, apibūdina parametrus, nusakančius šiuos virsmus (virsmų temperatūras, savitąsias šilumas). 3.5. Apibūdina vidinę energiją ir jos kitimo būdus, temperatūrą, mechaninio darbo ir šilumos ryšį. Nusako termodinamikos pradmenis, formuluoja I ir II termodinamikos dėsnius. Paaiškina šiluminių variklių veikimo principus, nurodo, kur jie naudojami. Nurodo šilumos perdavimo dėsningumus, jų svarbą technikoje ir kasdieniame gyvenime. 3.6. Formuluoja energijos tvermės dėsnį, nusako jo fundamentalumą ir universalumą. Nusako energijos tvermę vyksmuose (molekulinės fizikos ir termodinamikos, elektros, atomo, branduolio fizikos ir kituose reiškiniuose, chemijoje bei biologijoje). Nusako energijos gamybos ir naudojimo reikšmę visuomenės gyvenime. Apibūdina energetinių resursų Žemėje problemas, energijos gamybos bei naudojimo technologinius ir ekologinius aspektus.
4. Elektra ir magnetizmas	Apibūdinti dvi krūvių rūšis ir jų sąveiką.	4.1. Statinės elektros dėsningumus apibūdina, remdamiesi *elektrinio lauko* ir *krūvio* sąvokomis, krūvio tvermės bei Kulono dėsniais. Paaiškina elektrinę talpą, kondensatorius, nurodo, kur jie taikomi.

Sritis/tematika	Esminiai gebėjimai	Bendrąjį kursą pasirinkusių mokinių laimėjimai
5. Svyravimai ir bangos	Aiškinti ir taikyti periodinius vyksmus apibūdinančius parametrus.	5.1. Periodinius vyksmus apibūdina kaip svyravimus ir bangas. Paaiškina periodinius vyksmus apibūdinančius pagrindinius parametrus: amplitudę, dažnį, periodą, bangos ilgį, sklidimo greitį.
	Apibūdinti laisvuosius ir priverstinius svyravimus, nusakyti rezonanso reiškinį.	5.2. Apibūdina laisvuosius ir priverstinius svyravimus, nusako rezonanso reiškinį, pateikia jų reiškimosi ir taikymo buityje bei technikoje pavyzdžių.
	Apibūdinti garso bangas.	5.3. Skiria bangas, sklindančias tampriose terpėse ir vakuume. Apibūdina skersines ir išilgines bangas. Apibūdina garso greitį įvairiose terpėse, garso stiprį ir aukštį. Nurodo, kur taikomas ultragarsas.

3. Individualioji fizikos mokymo XI klasėje programa

Bendrasis kursas

Individualiąją fizikos mokymo programą sudaro šie pagrindiniai struktūriniai komponentai: fizikos mokymo tikslai, didaktinės nuostatos, fizikos kurso, dėstomo XI klasėje, turinys, pagrindinės žinios ir dalykiniai gebėjimai. Fizikos mokymo XI klasėje tikslai, didaktinės nuostatos sudarytos atsižvelgiant į Bendrųjų programų uždavinius bei didaktines nuostatas. Šios individualiosios programos struktūra yra orientacinio pobūdžio, juos mokytojas gali papildyti ir koreguoti.

Fizikos mokymo tikslai:

- padėti suprasti svarbiausias fizikos bendrojo kurso programoje numatytas sąvokas, fizikinius dydžius, jų matavimo vienetus;
- ugdyti gebėjimus modeliuoti paprasčiausius gamtos reiškinius bei procesus, spręsti praktinius fizikos mokslo uždavinius, pritaikant per įvairių dalykų pamokas įgytas žinias;
- ugdyti tiriamojo darbo gebėjimus: formuluoti hipotezes, planuoti stebėjimus ir bandymus joms patikrinti, apibendrinti gautus duomenis, daryti išvadas, patraukliai pateikti rezultatus, vertinti jų tikslumą ir patikimumą;
- ugdyti gebėjimus taikyti fizikos mokslo žinias sprendžiant įvairias praktines gyvenimo, aplinkotyros, aplinkosaugos, subalansuotosios plėtros problemas;
- supažindinti su fizikos mokslo laimėjimais, atskleidžiant kuriamų technologijų vaidmenį žmogui, gamtai;
- susipažinti su šiuolaikinės fizikos tyrimų kryptimis, ugdyti vientisą gamtamokslinį pasaulėvaizdį.

Didaktinės nuostatos

Ugdymas – daugiamatis reiškinys, atliekantis šias pagrindines funkcijas: mokomąją, auklėjamąją, lavinamąją. Šios funkcijos yra tarpusavyje susijusios, viena kitą papildo. Šioje programos dalyje kiekvieną jų trumpai aptarkime.

Įgyvendinant auklėjamuosius tikslus, mokiniai supažindinami su dorovės normomis, ugdomos jų dorovinės nuostatos bei gebėjimai jomis grįsti elgesį. Mokant fizikos XI klasėje, patartina ugdyti tas dorovines nuostatas, kurios buvo ugdytos žemesnėse klasėse. Tai:

- iniciatyvumas, veiklumas, kūrybiškumas, atvirumas kaitai, ieškojimams;
- pagarba gyvajai ir negyvajai gamtai, atsakomybė už jos išsaugojimą bei racionalų išteklių naudojimą;
- rūpinimasis kitais, neabejingumas viskam, kas vyksta šalia, atsakomybė už save, savo veiksmus;
- savigarba ir pagarba kitiems.

Šias dorovines nuostatas derėtų papildyti, atsižvelgiant į Jungtinių Tautų Darnaus vystymosi švietimo dešimtmečio (2005–2014 m.) veiklos gaires, į Pasaulio aplinkos ir plėtros komisijos ataskaitą („Mūsų bendra ateitis", 1987 m.). Joje teigiama, kad darnus vystymasis – tai plėtra, tenkinanti žmonijos reikmes dabar, neapribojant galimybių ateities kartoms tenkinti savąsias. Darnus vystymasis – tai XX a. paskutiniame dešimtmetyje pradėtas įgyvendinti siekis, kad visų pasaulio šalių ir kiekvienos valstybės visų sričių – ekonomikos, mokslo, švietimo, socialinio aprūpinimo, aplinkosaugos – plėtra vyktų suderintai, su kuo mažesniu susipriešinimu bei žala žmogui ir aplinkai. Šiuo siekiu įtvirtinama nuostata, kad tik kiekvieno žmogaus gerovė, jo išsilavinimas, saugumas, santykis su aplinka leis pasiekti visapusį valstybės ir pasaulio darnų augimą ir vystymąsi. Taip pat skatinama siekti gebėti gyventi čia ir dabar, bet kartu ir galvoti, kas bus po mūsų, išgyvendinti posakį: „Po manęs – nors ir tvanas." Siekiant darnaus vystymosi tikslų fizikos mokyme reikia ugdyti mokinių dorines nuostatas[1], susijusias su:

- materialiųjų reikmių tenkinimu (būstu, mityba ir kitomis gyvenimo sąlygomis);
- švaria, estetiška aplinka;
- kultūros ir rekreacijos reikmių tenkinimu;
- pageidaujamu išsilavinimu, darbu;
- saviraiška;
- suinteresuotų grupių ir jų interesų identifikavimu;
- bendradarbiavimu, gebėjimu dirbti kartu;
- demokratišku dalyvavimu priimant sprendimus;

---

[1] Nuostatos grindžiamos atsižvelgiant ir į „Nacionalinę darnaus vystymosi strategiją", patvirtintą LR Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. nutarimu Nr. 1160.
Prieiga per internetą adresu: http://www.am.lt/files/cd_lt.pdf

- įsipareigojimų pasiskirstymu (subsidiarumu);
- biologine ir kraštovaizdžio įvairove (gamybos ir vartojimo modeliais);
- gamtos išteklių valdymu/tvarkymu (dirvožemiu, naudingosiomis iškasenomis, vandeniu, „gyvaisiais“ ištekliais).

Keičiantis ugdymo paradigmoms, pereinama prie naujos turinio formavimo politikos, orientuotos į bendrųjų gebėjimų ugdymą, praktinėje veikloje būtinų kompetencijų suteikimą, grindžiamų ne tiek žinių perteikimu ir perėmimu, kiek jų kritišku vertinimu ir praktiniu naudojimu, realiomis problemomis ir jų sprendimų paieška.

Mokant fizikos, rekomenduojama atsižvelgti į N. Longworth (2000) siūlomą bendrųjų gebėjimų klasifikaciją[1].

Gebėjimų grupės ir jų turinys

Gebėjimų grupė	**Gebėjimų turinys**
Mokymosi mokytis gebėjimai	• Geba įvertinti savo mokymosi stilių; • geba perimti naujas mokymosi technologijas, naujas žinias; • geba pasitikėti savo žiniomis, jas vertinti ir įvertinti save.
Naujų žinių taikymo praktikoje gebėjimai	• Geba įžvelgti teorijos ir praktikos sąryšį; • geba žinias pritaikyti praktinėje veikloje, naujose situacijose.
Klausinėjimo ir svarstymo gebėjimai	• Geba suvokti nuolatinę kaitą; • geba nuolat tobulinti procesus; • geba nuolat siekti naujos žinių kokybės.
Mokėjimo valdyti save ir kitus gebėjimai	• Geba numatyti realius asmeninius tikslus; • geba įžvelgti atotrūkį tarp tikslo ir esamos mokymosi situacijos; • geba valdyti atotrūkį tarp tikslo ir esamos situacijos, nuolat tobulinant asmenines savybes.
Mokėjimo valdyti informaciją gebėjimai	• Geba informaciją rinkti, saugoti; • geba informaciją analizuoti, kombinuoti; • geba naudotis informacijos valdymo technologijomis.

[1] **Longworth, N.** (2000). Making lifelong learning work: Learning cities for a learning century. Kogan page.

Gebėjimų grupė	Gebėjimų turinys
Komunikaciniai gebėjimai	• Geba reikšti mintis žodžiu ir raštu neformaliose situacijose; • geba reikšti mintis žodžiu ir raštu formaliose situacijose; • geba įtikinti kitus asmenis; • geba klausytis kitų.
Komandinio darbo gebėjimai	• Geba keistis informacija ir žiniomis; • geba priimti informaciją ir žinias; • geba dalyvauti formuluojant tikslus; • geba siekti bendrų tikslų.
Problemų sprendimo gebėjimai	• Geba identifikuoti problemą; • geba numatyti problemos sprendimo priemones ir būdus; • geba kūrybiškai taikyti problemos sprendimo priemones ir būdus konkrečiose situacijose.
Lankstumo ir adaptaciniai gebėjimai	• Geba priimti pokyčius; • geba prisitaikyti prie situacijų; • geba keisti veiklos kryptį.
Nuolatinio mokymosi gebėjimai	• Geba nuolat tobulinti asmeninius gebėjimus ir kompetenciją; • geba tobulinti mokymosi įpročius.

Atsižvelgiant į lentelėje nurodytus gebėjimus, rekomenduojama numatyti lavinamuosius tikslus dienos pamokų planuose, parinkti lavinimo turinį kiekvienai pamokai. Pastarąjį galima pasirinkti iš įvairių šaltinių: tiek iš fizikos vadovėlio XI klasei paskutiniųjų skyriaus temų, tiek iš kitų informacijos šaltinių (mokslo ir technikos žurnalų, interneto).

Numatant mokomuosius pamokų tikslus, rekomenduojama remtis individualioje programoje numatytu fizikos turiniu. Šiame leidinyje pateiktuose dienos pamokų planuose atsižvelgta į čia išdėstytas mokomųjų, lavinamųjų ir auklėjamųjų tikslų formulavimo, mokymo turinio parinkimo rekomendacijas.

Programos turinys

1. Metodologiniai fizikos klausimai (1 valanda)

Fizikos tyrimo metodų pagrindai, šių metodų galimybės, jų nauda, galimi pavojai ir žala gamtai, įtaka socialinei, kultūrinei aplinkai.

Mikroskopinis ir makroskopinis pasaulis. Pasaulio įvairovė.

Fizikinio pasaulio pažinimas: fizikinės sąvokos, stebėjimas, bandymas, hipotezė, teorija, modeliai. Mokslinių žinių absoliutumas ir sąlygiškumas.

Svarbiausių pasaulio fizikos atradimų istorija. Moksliniai atradimai ir asmenybė. Lietuvos mokslininkų vaidmuo ir vieta fizikos mokslo raidoje.

2. Judėjimas ir jėgos (46 val.)

Paprasčiausios judėjimo formos. Kinematikos sąvokos: kelias, greitis, pagreitis, trajektorija. Judėjimas tiese ir apskritimu.

Jėgos mechanikoje. Jėgų klasifikacija pagal jų prigimtį ir reiškimąsi: trinties, keliamoji, sunkio, svorio, varos, tamprumo jėgos. Jėga kaip judėjimo kitimo priežastis. Kūno masė. Niutono dėsniai, jų taikymas paprasčiausiuose uždaviniuose. Įcentrinė jėga. Dinamikos dėsniai kasdienės patirties pavyzdžiuose.

Mechaninis darbas ir galia. Potencinė ir kinetinė energija. Energijos tvermė mechanikoje.

Jėga kaip deformacijos priežastis ir padarinys. Mechaninės kūnų savybės ir molekulinė struktūra.

Visuotinė (gravitacijos) trauka. Dangaus kūnų judėjimas. Kosminių skrydžių mechanikos pradmenys. Nesvarumas.

Mechaniniai svyravimai ir jų rūšys. Laisvųjų svyravimų atsiradimo sąlygos. Harmoniniai svyravimai. Grafinis jų vaizdavimas. Laisvųjų svyravimų energija. Svyravimų dėsniai. Mechaninis rezonansas. Mechaninės bangos, jų sklidimas. Garsas. Mechaninių bangų interferencija, difrakcija.

3. Reliatyvumo teorijos pradmenys (2 val.)

Specialiosios ir bendrosios reliatyvumo teorijų atsiradimo prielaidos. Šviesos greitis – ribinis signalų sklidimo greitis. Specialiosios ir bendrosios reliatyvumo teorijos reiškimosi pavyzdžiai. Reliatyvumo teorijos išvados ir klasikinės fizikos dėsniai.

4. Molekulinė fizika ir termodinamika (14 valandų)

Medžiagos makroskopinių savybių ir jos mikroskopinės struktūros ryšys. Dujinė, skystoji ir kietoji medžiagos būsenos.

Atomai ir jų sandara. Atomų elektronų apvalkalas ir tarpatominis ryšys bei cheminės medžiagos savybės. Molekulės.

Šiluminė kūnų energija. Vidinė kūnų energija, jos rūšys. Temperatūra. Mechaninio darbo ir šilumos ryšys.

Molekulinės kinetinės teorijos pradmenys. Idealiųjų dujų lygtis. Izoprocesai. Termodinamikos pradmenys. Pirmasis ir antrasis termodinamikos dėsniai. Šilumos perdavimo dėsningumai, jų svarba technikoje ir kasdieniame gyvenime.

5. Elektrostatika (7 valandos)

Dvi elektros krūvių rūšys. Elektros krūvio dalumas. Elektronas ir elementarusis krūvis. Įelektrintų kūnų sąveika. Krūvio tvermės ir Kulono dėsniai.

Elektrinis laukas. Elektrinio lauko stipris ir potencialas. Elektrostatinio lauko darbas. Laidininkai ir izoliatoriai elektrostatiniame lauke.

Elektrinė talpa. Kondensatoriai.

Pagrindinės žinios ir dalykiniai gebėjimai

Baigdami XI klasės fizikos kursą, mokiniai turi ***suprasti šių sąvokų turinį***:

• mechanika, mechaninis judėjimas, kinematika, slenkamasis judėjimas, materialusis taškas, atskaitos kūnas, atskaitos sistema, trajektorija, nueitasis kelias, poslinkis, vektoriniai dydžiai, skaliariniai dydžiai, tiesiaeigis judėjimas, tolyginis tiesiaeigis judėjimas, tolyginio tiesiaeigio judėjimo greitis, greičio grafikas, judėjimo grafikas, mechaninio judėjimo reliatyvumas, netolyginis judėjimas, vidutinis greitis, momentinis greitis, netolygiai kintamas judėjimas, tolygiai kintamas judėjimas, pagreitis, tolygiai greitėjantis judėjimas, tolygiai lėtėjantis judėjimas, laisvasis kritimas, laisvojo kritimo pagreitis, linijinis greitis;

• kampinis greitis, įcentrinis pagreitis, sukimosi periodas, sukimosi dažnis;

• inercija, inercinė atskaitos sistema, neinercinė atskaitos sistema, kūnų inertiškumas, kūnų masė, jėga, deformacija, tamprumo jėga, atramos reakcijos jėga, standumo koeficientas, visuotinės traukos jėga, gravitacijos jėga, gravitacijos konstanta, svoris, nesvarumas, perkrova, kosminiai greičiai (pirmasis, antrasis, trečiasis), trinties jėga, trinties koeficientas, rimties trinties jėga, slydimo trinties jėga, riedėjimo trinties jėga, centrinė jėga, išcentrinė jėga, keliamoji jėga, nuostovusis judėjimas, stacionarinis judėjimas;

• jėgos impulsas, judesio kiekis, uždaroji sistema, reaktyvinis judėjimas, mechaninis darbas, sunkio jėgos darbas, trinties jėgos darbas, mechaninė galia, varos jėga, mechaninė energija, kinetinė energija, potencinė energija, potencinė energija, nulinis lygis, pilnutinė mechaninė energija, naudingumo koeficientas;

• mechaninis svyravimas, periodinis judesys, pusiausvyros padėtis, vidinės jėgos, išorinės jėgos, laisvasis svyravimas, priverstinis svyravimas, matematinė svyruoklė, harmoninis svyravimas, slopinamasis svyravimas, neslopinamasis svyravimas, mechaninis rezonansas, akustika, garso stipris, garso aukštis, ultragarsas, infragarsas, koherentinės bangos, bangų interferencija, bangų difrakcija;

• vienalaikiškumo reliatyvumas, laiko tarpų reliatyvumas;

• šiluminis judėjimas, molekulinė kinetinė teorija, termodinamika, makroskopiniai kūnai, molekulė, atomas, molis, molio masė, santykinė molekulinė masė, Brauno judėjimas, difuzija, amorfiniai kūnai, izotropija, anizotropija, kietieji kūnai, skysčiai, dujos, plazma, idealiosios dujos, idealiųjų dujų slėgis, vakuumas, makroskopiniai parametrai, šiluminė pusiausvyra, temperatūra, absoliučioji temperatūra, Bolcmano konstanta, universalioji (molinė) dujų konstanta;

• vidinė energija, šilumos perdavimas, šilumos kiekis, savitoji šiluma, fazinis virsmas, garavimas, savitoji garavimo šiluma, kondensacija, lydymasis, savitoji lydymosi šiluma, kietėjimas, darbas termodinamikoje, negrįžtamasis procesas, šilumos balanso lygtis, šiluminis variklis, šiluminio variklio naudingumo koeficientas;

• elementarioji dalelė, elektringoji dalelė, elektros krūvis, elementarusis krūvis, taškinis kūnas, kulonas, elektrinė konstanta, artiveika, toliveika, elektrinis laukas, elektrostatinis laukas, elektrinio lauko stipris, elektrinio lauko jėgų linijos, vienalytis elektrinis laukas, elektrinė talpa, faradas, kondensatorius, dviejų laidininkų elektrinė talpa.

Baigdami XI klasės kursą, mokiniai ***turi mokėti šiuos dėsnius***: pirmąjį Niutono dėsnį, antrąjį Niutono dėsnį, trečiąjį Niutono dėsnį, pirmąjį termodinamikos dėsnį, antrąjį termodinamikos dėsnį, Kulono dėsnį, elektros krūvio tvermės dėsnį, pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnį, judesio kiekio tvermės dėsnį.

Baigdami XI klasės kursą, mokiniai turi ***mokėti šias formules***, gebėti jas atpažinti kitų formulių kontekste:

$$\vec{v} = \vec{s}/t,\quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t},\quad s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2},\quad v = \frac{2\pi R}{T},\quad a = \frac{v^2}{R},\quad n = \frac{1}{T},$$

$$\vec{F} = m\vec{a},\quad \vec{F} = m\vec{g},\quad vx = v_{0x} + a_x t,\ s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

$$\vec{F} = m(\vec{g} - \vec{a}),\ F = \mu N,\ F = kx,\ F = G\frac{m_1 m_2}{R^2},$$

$$F = \rho_{sk} V g,\quad \vec{p} = m\vec{v},$$

$$m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2,\ E_K = \frac{mv^2}{2},\ E_\rho = mgh,$$

$$A = Fs\cos\alpha,$$

$$n = \frac{A}{t},\ A = E_{k2} - E_{k1},\ A = E_{p1} - E_{p2}.$$

Molekulinė fizika

$$M = m_0 N_A,\ N = \frac{m}{M}N_A,\ \rho = \frac{m}{V},$$

$$n = \frac{N}{V},\ T = t + 273,\ pV = \frac{m}{M}RT,$$

$$U = \frac{3m}{2M}RT,\ Q = cm\Delta t,\ Q = \lambda m,\ Q = Lm,\ Q = qm,\ A = p\Delta V,$$

$$\Delta U = A + Q,\ \eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},\ \eta = \frac{A'}{|Q_1|}.$$

Elektrodinamika

$$F = k\frac{q_1 q_2}{R^2}, \; A = qU, \; C = \frac{q}{U}, \; C = k\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d},$$

$$\varepsilon = \frac{F_0}{F}.$$

Mokiniai turi ***gebėti paaiškinti*** reaktyvinio variklio, vidaus degimo variklio, kondensatoriaus sandarą ir veikimą, mokėti naudotis dinamometru, slankmačiu.

Literatūra:

1. **P. Pečiuliauskienė.** Fizikos vadovėlis 11 kl. 1 dalis. – Kaunas, Šviesa, 2005.
2. **P. Pečiuliauskienė.** Fizikos vadovėlis 11 kl. 2 dalis. – Kaunas, Šviesa, 2005.
3. **P. Pečiuliauskienė.** Fizikos pratybos. 1 dalis. – Kaunas, Šviesa, 2005.
4. **P. Pečiuliauskienė.** Fizikos pratybos. 2 dalis. – Kaunas, Šviesa, 2005.
5. **S. Vičas.** Fizikos uždavinynas. – Kaunas, Šviesa, 2005.
6. **S. Vičas.** Fizikos testai. – Kaunas, 2005.

4. Fizikos vadovėlio XI klasei turinio projektavimo ypatumai

Fizikos vadovėlis – sudėtinė fizikos mokymo komplekto XI klasei dalis. Jį sudaro dvi dalys: pirmoji skirta pirmajam mokslo metų pusmečiui, antroji – antrajam pusmečiui. Naujas fizikos vadovėlis XI klasei (bendrajam kursui) savo turiniu atitinka Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų Bendrąsias programas ir Išsilavinimo standartus. Jame pateikta mokomoji medžiaga orientuojantis į mokinį, kuris ateityje nenumato studijuoti fizikos ar imtis kitos veiklos, susijusios su šiuo mokslu, tačiau sieks geresnio šios srities išsilavinimo. Todėl vadovėlyje numatyta pateikti fizikos dalyko pagrindus, suteikiančius tik minimalų fizikinį išprusimą, būtiną baigiančiajam vidurinę mokyklą.

XI klasės fizikos vadovėlyje bendrajam kursui nenumatyta nuodugniau analizuoti fizikos klausimus, nebus reikalaujama ir išsamesnių matematikos žinių bei įgūdžių. Vadovėlyje numatoma mokymo turinį pateikti orientuojantis į mokymo planus pagal bendrojo kurso programą: bendrajam kursui skiriamos 2 savaitinės pamokos per m. metus (4 savaitinės pamokos per dvejus m. metus).

Vadovėlio struktūra. Vadovėlį sudaro naudojimosi vadovėliu rekomendacijos, įvadas, mokomoji medžiaga išdėstyta paragrafuose, turinys, literatūros sąrašai.

Vadovėlio pradžioje pateikiamos naudojimosi vadovėliu rekomendacijos – tam tikros taisyklės, patarimai, kaip naudotis vadovėliu. Be to, atskleista vadovėlio sudarymo koncepcija, atskirų jo struktūrų paskirtis, žymėjimas, pasiūlymai, kaip racionaliai naudotis vadovėliu.

Vadovėlio skyriai suskirstyti į atskirus skyrelius. Pavyzdžiui, mechanikos skyrių sudarys skyreliai: „Bendros žinios apie judėjimą", „Tiesiaeigis netolyginis judėjimas", „Kreivaeigis judėjimas" ir pan.

Kiekvienas skyrelis sudarytas iš atskirų temų (paragrafų). Mokomosios medžiagos pateikimo būdas paragrafuose pasirinktas atsižvelgiant į psichologinius ir didaktinius reikalavimus. Paragrafų turinys sudarytas laikantis etapi-

nės žinių įvaldymo teorijos. Pagal ją žinių įvaldymas prasideda nuo teigiamos mokymosi motyvacijos sužadinimo mokymo turinio atžvilgiu. Teigiamą mokymosi motyvaciją laiduoja konkrečių pavyzdžių, sutinkamų artimiausioje aplinkoje, nagrinėjimas, jų modeliavimas taikant eksperimentinį metodą, probleminių situacijų sudarymas. Todėl paragrafų pradžioje pateikiami konkrečių reiškinių, susijusių su nagrinėjama tema, pavyzdžiai, bandymų aprašymai, problemines situacijas teikianti mokomoji medžiaga.

Kiekvienos temos (paragrafo) pabaigoje pateikiami klausimai ir užduotys. Užduotys pateikiamos kaip tradiciniai uždaviniai arba kompleksiniai uždaviniai. Daugiau užduočių pateikiama kaip kompleksiniai uždaviniai. Šį pasirinkimą lėmė du motyvai. Pirmasis – ugdyti mokinių gebėjimus atlikti kompleksinio pobūdžio užduotis. Antrasis – taikant vidinius integracinius ryšius, sudaryti prielaidas integralaus gamtamokslinio pasaulėvaizdžio formavimui.

Siekiant ugdyti mokinių gebėjimus taikyti įgytas žinias, kiekviename vadovėlio skyrelyje yra temos „Mokomės spręsti uždavinius“. Šiose temose pateikiami sudėtingesnių uždavinių sprendimo pavyzdžiai. Jas papildo savarankiškam darbui skirti uždaviniai. Sudarant uždavinius, atsižvelgta į skirtingas mokinių pažintines galias. Todėl fizikos mokytojai juos gali panaudoti mokymosi diferencijavimui ar individualizavimui.

Skyrelių pabaigoje yra viena pažintinio-lavinamojo pobūdžio tema, kurioje, atsižvelgiant į skyriuje nagrinėtą mokomąją medžiagą, pateikiami fizikos mokslo istorijos faktai, nauji fizikos laimėjimai, jų taikymas buityje, technikoje ir kitose veiklos srityse.

Kiekvieno skyrelio pabaigoje yra trumpa nagrinėto skyriaus santrauka. Joje pateikiami šio skyrelio svarbiausių fizikinių dydžių apibrėžimai, formulės. Vidinę fizikos turinio integraciją užtikrina palyginamosios lentelės, klasifikacinės schemos.

Naujai rengiamo fizikos vadovėlio pabaigoje pateikiamos vadovėlio informacinės priemonės, padedančios orientuotis informacijos paieškoje: turinys, rodyklės, šaltiniai, literatūros sąrašai.

Fizikos vadovėlio turinys. Fizikos vadovėlio XI klasei turinį sudaro įvadas ir šie fizikos skyriai: mechanika, molekulinė fizika, termodinamika, elektrostatika. Įvade nagrinėjama fizikos ir kitų gamtos mokslų vieta modernios visuomenės gyvenime, fizika ir naujos technologijos, fizikinių tyrimo metodų pagrindai, šių metodų galimybės, jų nauda, galimi pavojai ir žala gamtai, įtaka socialinei, kultūrinei aplinkai. Fizikinis pasaulio pažinimas: fizikinės sąvokos, stebėjimas, bandymas, hipotezė, teorija, modeliai. Mokslinių žinių absoliutumas ir sąlygiškumas.

Mechanikos skyriaus mokomoji medžiaga pateikiama atsižvelgiant į Bendrųjų programų skyriaus „Judėjimas ir jėgos“ turinį. Tačiau Bendrosiose programose įtrauktą šio skyriaus temą „Mechaninės kūnų savybės ir molekulinė struktūra“ numatoma integruoti į skyrių „Medžiagos sandara“.

Iš Bendrųjų fizikos programų dalies „Elektra ir magnetizmas“ į XI klasės fizikos vadovėlį įtraukti tik elektrostatikos klausimai. Tokį pasirinkimą lėmė fizikos mokymo patirtis XI klasėje. Praktika rodo, kad iki mokslo metų pabaigos vienuoliktoje klasėje iš elektros skyriaus galima išnagrinėti tik elektrostatiką, todėl daugiau elektros skyriaus klausimų įtraukti į vadovėlį netikslinga. Kita vertus, fizikos mokymo patirtis rodo, kad XII klasėje pradėjus nagrinėti elektros skyrių nuolatinės srovės temomis, iki mokslo metų pabaigos galima sėkmingai išeiti visus fizikos skyrius, kurių reikalauja programa.

***Vadovėlio rengimo principai*.** Vadovėlis parengtas vadovaujantis Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2003 04 09 įsakymu Nr. 452 patvirtintais vadovėlių rengimo principais. Pagrindiniai principai yra šie: integralumo ir sistemingumo, kontekstualumo, prasmingumo, prieinamumo, aiškumo, vaizdumo. Trumpai apibūdiname kiekvieną iš jų.

Integralumo ir sistemingumo principas. Tai tarpusavyje susiję ir vienas kitą papildantys edukaciniai principai, sudarantys prielaidas minimaliomis darbo sąnaudomis, neišplečiant ir negilinant mokymo turinio, bet panaudojant vidinius mokymo turinio rezervus, pasiekti geresnį mokymosi rezultatą.

Integralumo principas vadovėlyje įtvirtinamas šiomis kryptimis: vidine, tarpdalykine ir sociokultūrine integracija. Vidinę integraciją užtikrina palyginamosios lentelės, klasifikacinės schemos. Platesni vidiniai integraciniai ryšiai atskleidžiami baigus nagrinėti atskirus fizikos skyrius ir panaudojant minėtas integracinių ryšių raiškos formas.

Tarpdalykiniai ryšiai plėtojami su šiais mokomaisiais dalykais: matematika, fizine geografija, chemija, visuotine istorija. Ryšiai su matematika aktualūs nagrinėjant mechanikos skyrių: vektoriniai dydžiai, vektorių projekcijos, trigonometrinės funkcijos. Ryšiai su fizine geografija svarbūs nagrinėjant mechanikos skyrių: vėjo reiškinys, vėjo varos jėga, vėjo jėgainės, vėjų rožės žemėlapiai. Ryšiai su chemija aktualūs nagrinėjant molekulinę fiziką ir termodinamiką: degimo procesas, šilumos kiekiai, jų apskaičiavimas.

Sociokultūrinė integracija laiduojama šiomis kryptimis: etnokultūra, Lietuvos ir pasaulio fizikos mokslo istorija, ekologija, šiuolaikiniai technikos laimėjimai.

***Kontekstualumo principas*.** Atsižvelgiant į įvairiapusį vadovėlio naudojimą, jame pateikiami pavyzdžiai iš miesto ir kaimo mokinių aplinkos. Fizikiniu požiūriu interpretuojamos mokiniams aktualios buitinės situacijos. Skyrelių pabaigoje esančiuose paragrafuose mokiniams pateikiama informacija, apimanti istorines žinias, etnokultūros elementus, šiuolaikinės technikos laimėjimus, praktinius taikymus, naudingus patarimus.

***Vaizdumo principas*.** Vaizdumo principas ypač svarbus bendrąjį fizikos kursą pasirinkusiems mokiniams. Vaizdumas padeda geriau suvokti nagrinėjamus

reiškinius. Todėl vadovėlyje gausu iliustracijų, suderintų su pateikiama mokomąja medžiaga. Iliustracijų esama ir teorinę mokomąją medžiagą papildančiose užduotyse, tai – lentelės, grafikai.

Mokomoji medžiaga pateikiama pagal nuostatą: sintezė–analizė–sintezė. Šiuo mokomosios medžiagos projektavimu siekiama, kad mokiniai objektą iš pradžių suvoktų kaip visumą, vėliau išnagrinėtų jo komponentus ir vėl grįžtų prie objekto visumos.

Aiškumo principas. Mokomoji medžiaga pateikiama glaustai, laikantis naujų fizikos terminijos reikalavimų. Mokymo turinys apibūdinamas nesudėtingais sakiniais. Skaitomo teksto aiškumą padidina poligrafinės priemonės: spalvos, šriftas, rėmeliais išryškinti svarbiausi mokymo turinio elementai: sąvokų apibrėžimai, dėsniai, formulės ir pan.

Prieinamumo principas. Šis principas grindžiamas pedagogikos teorija ir ilgamete fizikos mokymo patirtimi. Jis rodo, kad bendrąjį fizikos kursą pasirinkusieji mokiniai geriau suvokia nagrinėjamus reiškinius, dėsningumus, kai mokant laikomasi nuostatos eiti nuo žinomo prie nežinomo, nuo lengvo prie sunkaus, nuo artimo prie tolimo, nuo paprasto prie sudėtingo. Šių didaktinių nuostatų laikomasi sudarant fizikos vadovėlį. Todėl projektuojant naują mokymo turinį, buvo atsižvelgta į tai, kokias žinias mokiniai yra įgiję mokydamiesi fizikos pagrindinėje mokykloje. Numatytos priemonės ir būdai, kaip jas papildyti, atsižvelgiant į naujus Bendrųjų mokymo programų reikalavimus.

5. Fizikos pratybos, kaip sudėtinė vadovėlio komplekto dalis

Fizikos vadovėlį XI klasei papildo du pratybų sąsiuviniai. Pirmąją vadovėlio dalį papildo pirmasis pratybų sąsiuvinis, o antrąją – antrasis. Pratybų sąsiuviniai XI klasės mokiniams sudaryti remiantis svarbiu didaktikos principu – vidine integracija.

Vidinę integraciją įtvirtina pratybų sąsiuvinio struktūra. Visas pratybų turinys suskirstytas į atskiras integralaus turinio temas, sudarytas iš kelių giminingo turinio fizikos paragrafų užduočių. Pavyzdžiui, atliekant pirmosios pratybų temos užduotis, reikia prisiminti, kas yra slenkamasis kūnų judėjimas, materialusis taškas, atskaitos sistema, kelias, poslinkis.

Kiekvieną pratybų sąsiuvinio temą sudaro skirtingo tipo užduotys, kaip antai – užduotys su pasirenkamais atsakymais ir kompleksinio pobūdžio užduotys. Kodėl pasirinktos tokio tipo užduotys? Atsakyti į šį klausimą nesudėtinga. Minėtų tipų užduotys sudaro mokyklinių ir valstybinių egzaminų klausimynus. Todėl mokiniai turėtų būti laipsniškai pratinami prie užduočių su pasirenkamo atsakymo variantais, prie kompleksinių užduočių sprendimo.

Pratybų sąsiuvinis gali būti naudojamas siekiant įvairių didaktinių tikslų. Jis gali būti pritaikytas žinioms apibendrinti, mokėjimams ir įgūdžiams formuoti, mokinių laimėjimams diagnozuoti. Pratybų sąsiuvinio metodikos irgi gali būti įvairios: jį galima naudoti paaiškinus naują mokomąją medžiagą, taip pat savarankiškam darbui namuose. Be to, šį pratybų sąsiuvinį galima sėkmingai pritaikyti mokinių laimėjimų diagnostikai – rašant savarankiškus arba kontrolinius darbus.

Praktinio darbo patirtis mokykloje rodo, kad sudaryti kontroliniams darbams klausimynus su kompleksinėmis užduotimis arba su pasirenkamais atsakymų variantais nėra paprasta. Mokytojas turi sugaišti nemažai laiko parinkdamas užduotis, jas atspausdindamas, paruošdamas užduočių lapus kiekvienam mokiniui. Naudojant šį pratybų sąsiuvinį mokinių laimėjimams išsiaiškinti, minėtų papildomų darbų mokytojui jau nereikia atlikti. Šiuo tikslu naudojamas pratybų sąsiuvinis įgauna kiek kitą prasmę – jis tampa laimėjimų diagnostikos

priemone (kontrolinių darbų sąsiuviniu). Atsižvelgdamos į tai, kad pratybų sąsiuvinis gali būti naudojamas kaip kontrolinių darbų sąsiuvinis, nusprendėme nepateikti užduočių atsakymų pratybų sąsiuvinio pabaigoje. Užduočių su pasirenkamais atsakymų variantais bei užduočių, kurių atsakymai išreiškiami skaitmenimis, atsakymai pateikiami šioje mokytojo knygoje.

Pratybų sąsiuvinyje yra lengvesnių ir sunkesnių užduočių. Sunkesnės užduotys pažymėtos simboliu*, jos neprivalomos bendrąjį fizikos kursą pasirinkusiems mokiniams. Manome, kad sąsiuvinis sudaro palankesnes sąlygas mokymui individualizuoti ir diferencijuoti.

Fizikos pratybų sąsiuvinio I dalies užduočių (testų) atsakymai:

1 tema. 1 C, 2 D, 3 C, 4 B, 7 D
2 tema. 1 C, 2 D, 6 A, 7 B, 8 B
3 tema. 1 B, 2 C, 4 C, 5 D, 7 C, 8 D
4 tema. 1 C, 2 D, 3 A, 4 B, 5 D, 6 A, 8 (4 B)
5 tema. 1 D, 2 D, 3 B, 4 C, 5 C, 6 B, 12 (2 B, 3 C, 4 A)
6 tema. 1 C, 2 B, 3 C, 5 D, 7 A, 9 D, 10 (1 C, 2 C)
7 tema. 1 A, 2 D, 3 A, 4 B, 5 B, 6 B, 7 C
8 tema. 1 B, 2 D, 3 C, 4 C, 5 C, 6 C, 7 D, 8 C
9 tema. 1 B, 2 D, 3 A, 4 A, 5 D, 6 A, 7 A, 9 (1 C, 2 C), 10 D, 11 D, 12 D, 13 B, 14 C
10 tema. 1 B, 2 C, 3 C, 4 D, 5 A, 7 C, 8 B[1], 9 B, 10 A, 11 B
11 tema. 1 D, 2 C, 3 D, 4 C, 5 A, 9 D, 10 B, 11 C
12 tema. 1 D, 3 A, 4 B, 6 D, 8 C, 9 B
13 tema. 1 D, 2 A, 3 C, 4 C, 5 D[2], 6 D, 7 D, 9 B
14 tema. 1 B, 2 C, 3 C, 4 B, 5 C, 6 B, 7 C, 8 (1 B, 2 A, 3 D, 4 C)
Papildoma tema. 1 D, 4 B, 5 D, 6 A, 7 A, 9 B, 11 D

Fizikos pratybų sąsiuvinio II dalies užduočių (testų) atsakymai:

1 tema. 3 A, 4 C, 5 D, 6 B, 7 A, 8 B, 9 A, 10 A
2 tema. 1 D, 2 D, 5 A, 6 D, 7 C, 8 A, 9 D, 10 D
3 tema. 1 D, 2 A, 3 C, 4 D, 5 A, 6 C, 8 C, 9 C
4 tema. 1 (1 D, 2 C), 2 C, 3 D, 4 B, 6 B
5 tema. 2 B, 4 C, 5 D
6 tema. 1 C, 2 B, 3 A, 4 A, 5 A, 8 C, 9 (1 A, 2 C, 3 A), 10 (1 A, 2 B), 11 D, 12 D, 13 C
7 tema. 2 B, 3 D, 4 B, 5 B, 6 (1 D, 2 C), 8 A, 9 (2 A), 12 (1 D, 2 B, 3 C)
8 tema. 1 C, 2 C, 4 C, 6 D, 7 D, 8 A, 9 D, 10 C
9 tema. 1 C, 2 D, 3 B, 4 C, 5 D
10 tema. 1 D, 2 B, 3 A, 4 B, 6 C, 7 B, 9 C (atsakymuose turi būti ΔT)
11 tema. 1 C, 2 B, 3 B, 4 B, 5 D, 6 B
12 tema. 1 C, 2 A, 3 D, 4 D, 5 C, 6 D

---

[1] Uždavinio sąlygoje varinės vielos grafikas turėtų būti pažymėtas pirmuoju numeriu, o plieninės – antruoju.

[2] Uždavinio sąlygoje turėtų būti taškas A, o ne taškas 1. Tas pats ir šeštoje dalyje.

6. XI klasės fizikos mokymo turinio teminis planavimas

Vidurinės mokyklos ugdymo planuose pagal bendrojo kurso programą fizikos mokymui skirtos 4 savaitinės pamokos. Mokyklos taryba, atsižvelgdama į mokytojų, administracijos siūlymus, jas gali paskirstyti savo nuožiūra. Dažniausiai fizikos mokymui vienuoliktoje ir dvyliktoje klasėje skirtos pamokos paskirstomos po lygiai, t. y. skiriamos 2 pamokos per savaitę vienuoliktoje ir 2 – dvyliktoje klasėje. Galimi ir kiti variantai: pavyzdžiui, fizikos mokymui pagal bendrojo kurso programą vienuoliktoje klasėje skiriamos 3, dvyliktoje klasėje – 1 pamoka. Šioje mokytojo knygoje fizikos mokymas planuojamas pagal pirmąjį valandų paskirstymo variantą – fizikos mokymui vienuoliktoje ir dvyliktoje klasėje skiriama po 2 pamokas per savaitę. Manome, kad nesudėtinga siūlomą fizikos mokymo planavimo modelį vienuoliktoje klasėje pritaikyti ir kitiems mokymo organizavimo atvejams.

Mokiniai per mokslo metus mokosi 35 savaites, todėl per vienerius mokslo metus susidaro 70 pamokų. Kaip ir kitų klasių, taip ir vienuoliktos klasės mokiniai 4 savaites per mokslo metus atostogauja. Rudens atostogų trukmė – 1 savaitė, žiemos – 2 savaitės, pavasario – 1 savaitė. Žiemos atostogų laikas yra pastovus – nuo gruodžio 24 iki sausio 8 dienos. Rudens atostogos paprastai skiriamos lapkričio pirmąją savaitę, pavasario atostogos – kovo arba balandžio mėnesį.

Siūlomame teminiame plane XI klasės fizikos mokymo turinys numatytas 69 pamokoms. Atskiriems fizikos skyriams nagrinėti pamokos skirstomos taip:

- Metodologiniai fizikos mokymo pagrindai – 1 pamoka.
- Tiesiaeigis judėjimas – 14 pamokų.
- Kreivaeigis judėjimas – 3 pamokos.
- Judėjimo dėsniai – 5 pamokos.
- Jėgos gamtoje – 10 pamokų.
- Tvermės dėsniai mechanikoje – 7 valandos.
- Mechaniniai svyravimai ir bangos – 9 valandos.
- Reliatyvumo teorijos pradmenys – 2 valandos.

- Molekulinė fizika – 7 pamokos.
- Termodinamika – 6 pamokos.
- Elektrostatika – 5 pamokos.

Pagal mūsų fizikos planavimo modelį vienuoliktoje klasėje numatyta išeiti mechaniką, molekulinę fiziką ir termodinamiką, supažindinti su reliatyvumo teorijos pradmenimis ir dar spėti išmokti elektrostatiką. Dvyliktoje klasėje fizikos mokymą verta pradėti nuo nuolatinės elektros srovės skyriaus. Tokiam fizikos mokymo planui pritaikyti fizikos vadovėliai (plačiau apie juos toliau).

Atskiriems fizikos skyriams nagrinėti numatoma skirti nuo 7 iki 10 pamokų, išskyrus reliatyvumo teorijos pradmenų skyrių – jam nagrinėti numatoma skirti dvi valandas. Metodologinius fizikos pagrindus rekomenduotina išdėstyti per vieną pamoką.

XI klasės fizikos kurso teminis planas pateikiamas lentele. Pirmajame lentelės stulpelyje „pamokos laikas“ nurodomas kalendorinis (savaitinis) fizikos mokymosi laikas. Kiekvieną mėnesį mokiniai mokosi apytiksliai 4 savaites. Tačiau yra ir išimčių: lapkričio, gruodžio, sausio, balandžio mėnesį skiriama mažiau savaičių, kadangi mokiniams būna atostogos.

Antrajame lentelės stulpelyje pateikiamas nagrinėjamo skyriaus numeris. Kadangi fizikos vadovėlyje yra 11 skyrių, tiek jų yra ir šiame lentelės stulpelyje. Skyriaus pabaigą lentelėje žymi paryškinta horizontali linija.

Trečiajame lentelės stulpelyje nurodomas pamokos numeris. Kiekvieno skyriaus pamokos numeruojamos iš naujo, t. y. pradedant nuo vieneto.

Ketvirtajame lentelės stulpelyje įrašomi nagrinėjamų temų pavadinimai. Jie sutampa su fizikos vadovėlio skyrelių pavadinimais. Šiame stulpelyje nurodomos ne tik naujų žinių teikimo pamokos, bet ir kitų didaktinių tikslų pamokos: mokomosios medžiagos įtvirtinimo – uždavinių sprendimo pamokos, mokomosios medžiagos apibendrinimo, žinių patikrinimo pamokos.

Penktajame lentelės stulpelyje pateikiami Išsilavinimo standartai, kurie siejasi su nagrinėjamo fizikos skyriaus medžiaga. Mokytojui paliekama teisė spręsti, kurią standartuose nurodytų laimėjimų dalį reikia pasiekti konkrečioje pamokoje. Akivaizdu, kad tai lemia klasės mokslumo lygis.

Teminio plano paskirtis – padėti mokytojui tinkamai paskirstyti fizikos mokymui skirtą laiką. Kitaip tariant, mokytojas, remdamasis teminiu planu, gali numatyti atskirų fizikos temų nagrinėjimo spartą, t. y. „neužbėgti į priekį“ ir neatsilikti.

Dalyko teminius planus tikrina ir tvirtina mokyklos vadovai. Palyginę temų išdėstymą teminiame plane su temų išdėstymu klasės žurnale, mokyklos vadovai susidaro nuomonę apie fizikos mokymo programos realizavimo tempus.

Teminiame plane netikslinga rašyti pamokos tikslų, mokymo metodų, priemonių. Šie didaktiniai komponentai nurodomi dienos pamokų planuose.

Pamokos laikas	Skyriaus nr.	Pamokos nr.	Tema	Mokinių laimėjimai pagal Išsilavinimo standartus
			Metodologiniai fizikos klausimai (1 val.)	
Rugsėjis, 1 sav.	Įvadas	Įvadas	Fizikos tyrimo metodų pagrindai, šių metodų galimybės, jų nauda, galimi pavojai ir žala gamtai, įtaka socialinei, kultūrinei aplinkai. Mikroskopinis ir makroskopinis pasaulis. Pasaulio įvairovė. Fizikinio pasaulio pažinimas: fizikinės sąvokos, stebėjimas, bandymas, hipotezė, teorija, modeliai. Svarbiausių pasaulio fizikos atradimų istorija.	Aiškina pasaulio įvairovę, vartodami fizikines sąvokas. Apibūdina mikro- ir makropasaulį, jų mastelius. Aiškina fizikos ir kitų mokslo žinių absoliutumo ir sąlygiškumo aspektus. Apibūdina fizikinius tyrimo metodus, šių metodų galimybes, jų naudą, galimus pavojus ir žalą gamtinei, socialinei, kultūrinei aplinkai. Yra susipažinę su svarbiausių pasaulio fizikos atradimų istorija. Apibūdina žmogaus reikšmę moksliniams atradimams. Nusako Lietuvos mokslininkų vaidmenį fizikos mokslo raidoje.
			Tiesiaeigis tolyginis judėjimas	
Rugsėjis, 1sav.	1	1	Judėjimo įvairovė gamtoje. Mechaninis judėjimas. Atskaitos sistema. Materialusis taškas, trajektorija, kelias.	Aiškina materialiojo taško kinematikos pagrindus. Apibūdina ir vartoja šias fizikines sąvokas ir dydžius: *mechaninis judėjimas, atskaitos sistema, materialusis taškas (taškinis kūnas), trajektorija, kelias, poslinkis, vidutinis greitis, greitis, momentinis greitis ir pagreitis kaip vektoriai.* Apibūdina tolyginį, tolygiai kintantį slenkamąjį judėjimą, sprendžia modelinius kinematikos uždavinius.
Rugsėjis, 2 sav.	1	2	Vektoriaus samprata. Vektoriniai ir skaliariniai dydžiai.	
Rugsėjis, 2 sav.	1	3	Veiksmai su vektoriais.	
Rugsėjis, 3 sav.	1	4	Tiesiaeigis tolyginis judėjimas.	
Rugsėjis, 3 sav.	1	5	Tiesiaeigio tolyginio judėjimo grafinis vaizdavimas.	

1	2	3	4	5
Rugsėjis, 4 sav.	1	6	Mechaninio judėjimo reliatyvumas.	
Rugsėjis, 4 sav.	1	7	Kontrolinis darbas.	
Tiesiaeigis tolygiai kintamas judėjimas				
Spalis, 1 sav.	2	1	Netolygiai judančio kūno greitis.	
Spalis, 1 sav.	2	2	Tolygiai kintamai judančio kūno greitis.	
Spalis, 2 sav.		3	Tolygiai kintamai judančio kūno poslinkis.	
Spalis, 2 sav.	2	4	Laboratorinis darbas „Tolygiai greitėjančio kūno pagreičio matavimas“.	
Spalis, 3 sav.	2	5	Laisvasis kūnų kritimas.	
Spalis, 3 sav.	2	6	Uždavinių sprendimas.	
Spalis, 4 sav.	2	7	Kontrolinis darbas.	
Kreivaeigis judėjimas				
Spalis, 4 sav.	3	1	Kreive judančio kūno poslinkis, greitis. Įcentrinis pagreitis.	Apibūdina judėjimą apskritimu pastoviu greičiu, įcentrinį pagreitį, apsisukimų periodą ir dažnį.

1	2	3	4	5
Spalis, 5 sav.	3	2	Apskritimu judančio kūno periodas, dažnis, koordinatės.	
Lapkritis, 2 sav.	3	3	Kontrolinis darbas.	
Judėjimo dėsniai				
Lapkritis, 2 sav.	4	1	Pirmasis Niutono dėsnis. Inercinės ir neinercinės atskaitos sistemos.	Nurodo jėgą, kaip judėjimo kitimo arba kūnų deformacijos priežastį. Nusako dinamikos pradmenis. Formuluoja I, II ir III Niutono dėsnius ir juos taiko, spręsdami paprasčiausius modelinius uždavinius. Dinamikos dėsnius iliustruoja kasdienės patirties pavyzdžiais.
Lapkritis, 3 sav.	4	2	Kūnų sąveika. Kūnų inertiškumas. Kūno masė.	
Lapkritis, 3 sav.	4	3	Jėga. Jėgų matavimas. Antrasis Niutono dėsnis.	
Lapkritis, 4 sav.	4	4	Trečiasis Niutono dėsnis. Niutono dėsnių taikymas astronomijoje.	
Lapkritis, 4 sav.	4	5	Kontrolinis darbas.	
Jėgos gamtoje				
Lapkritis, 5 sav.	5	1	Tamprumo jėga.	Skiria keturias pagrindines fundamentinių jėgų (sąveikų) rūšis: gravitacijos, elektromagnetinę, silpnąją ir stipriąją. Klasifikuoja jėgas pagal jų reiškimąsi ar kitus kriterijus (pvz.: trinties, keliamoji, sunkio, svorio, įcentrinė, tamprumo, molekulinė, elektrinė, magnetinė, varos ir kt.). Aiškina visuotinę (gravitacijos) trauką. Apibūdina dangaus kūnų judėjimą, kosminių
Gruodis, 1 sav.	5	2	Laboratorinis darbas. Spyruoklės standumo koeficiento matavimas.	
Gruodis, 1 sav.	5	3	Visuotinės traukos jėga. Sunkio jėga.	

1	2	3	4	5
Gruodis, 2 sav.	5	4	Kūno svoris, nesvarumas.	skrydžių mechanikos pradmenis bei nesvarumą.
Gruodis, 2 sav.	5	5	Dirbtiniai Žemės palydovai. Kosminiai greičiai.	
Gruodis, 3 sav.	5	6	Trinties jėga.	
Gruodis, 3 sav.	5	7	Laboratorinis darbas. Slydimo trinties koeficiento nustatymas.	
Sausis, 2 sav.	5	8	Centrinė jėga.	
Sausis, 2 sav.	5	9	Keliamoji jėga. Kosminių skrydžių pradmenys.	
Sausis, 3 sav.	5	10	Kontrolinis darbas.	
Tvermės dėsniai mechanikoje				
Sausis, 3 sav.	6	1	Judesio kiekis.	Formuluoja impulso tvermės dėsnį ir taiko jį, spręsdami paprasčiausius uždavinius. Apibūdina potencinę ir kinetinę energiją, mechaninį darbą. Analizuoja energijos virsmus paprasčiausių mechaninių procesų atvejais (kūno kritimas gravitacijos lauke, suspausta spyruoklė, matematinės švytuoklės energijos virsmai ir kt.).
Sausis, 4 sav.	6	2	Judesio kiekio tvermės dėsnis.	
Sausis, 4 sav.	6	3	Mechaninis darbas ir galia.	
Sausis, 5 sav.	6	4	Kinetinė energija.	
Vasaris, 1 sav.	6	5	Pakelto ir tampriai deformuoto kūno potencinė energija.	

1	2	3	4	5
Vasaris, 1 sav.	6	6	Energijos tvermės dėsnis. Energijos virsmai.	
Vasaris, 2 sav.	6	7	Laboratorinis darbas. Mechaninės energijos tvermės dėsnio tyrimas.	
Mechaniniai svyravimai ir bangos				
Vasaris, 2 sav.	7	1	Mechaniniai svyravimai ir jų rūšys. Laisvųjų svyravimų sąlygos.	Periodinius vyksmus apibūdina kaip svyravimus ir bangas. Paaiškina periodinius vyksmus apibūdinančius pagrindinius parametrus: amplitudę, dažnį, periodą, bangos ilgį, sklidimo greitį. Apibūdina laisvuosius ir priverstinius svyravimus, nusako rezonanso reiškinį, pateikia jų reiškimosi ir taikymo buityje bei technikoje pavyzdžių. Skiria bangas, sklindančias tampriose terpėse ir vakuume. Apibūdina skersines ir išilgines bangas. Apibūdina garso greitį įvairiose terpėse, garso stiprį ir aukštį. Nurodo, kur taikomas ultragarsas.
Vasaris, 3 sav.	7	2	Harmoniniai svyravimai. Grafinis jų vaizdavimas.	
Vasaris, 3 sav.	7	3	Laisvųjų svyravimų energija. Svyravimų dėsniai.	
Vasaris, 4 sav.	7	4	Mechaninis rezonansas.	
Vasaris, 4 sav.	7	5	Laboratorinis darbas. Laisvojo kritimo pagreičio nustatymas matematine svyruokle.	
Kovas, 1 sav.	7	6	Mechaninės bangos, jų sklidimas.	
Kovas, 1 sav.	7	7	Garsas.	
Kovas, 2 sav.	7	8	Mechaninių bangų interferencija, difrakcija.	
Kovas, 2 sav.	7	9	Kontrolinis darbas.	

1	2	3	4	5
			Reliatyvumo teorijos pradmenys	
Kovas, 3 sav.	8	1	Reliatyvumo teorijos samprata. Vienalaikiškumo ir laiko reliatyvumas.	Nusako reliatyvumo teorijos objektą, atsiradimo prielaidas ir raidą. Nurodo, kad šviesos greitis vakuume – tai ribinis signalų sklidimo greitis. Pateikia reliatyvumo teorijos reiškimosi pavyzdžių. Nusako, kodėl reliatyvumo teorijos išvados neprieštarauja klasikinės fizikos dėsniams.
Kovas, 3 sav.	8	2	Reliatyvistinė dinamika.	
			Molekulinė fizika	
Kovas, 4 sav.	9	1	Molekulinės kinetinės teorijos pradmenys. Pagrindiniai molekulinės kinetinės teorijos pagrindai.	Mechanines kūnų savybes sieja su jų molekuline struktūra. Nusako molekulinės kinetinės teorijos pradmenis. Apibūdina idealiųjų dujų modelį, būsenos parametrus, idealiųjų dujų būsenos lygtį (Mendelejevo ir Klapeirono lygtį).
Kovas, 4 sav.	9	2	Molekulių šiluminis judėjimas, sąveika.	
Kovas, 5 sav.	9	3	Medžiagos makroskopinių savybių ir jų mikroskopinės struktūros sąryšis.	
Balandis, 1 sav.	9	4	Molekulinės kinetinės teorijos pagrindinė lygtis.	
Balandis, 2 sav.	9	5	Temperatūra ir jos matavimas.	
Balandis, 2 sav.	9	6	Idealiųjų dujų būsenos lygtis ir jos taikymas.	
Balandis, 3 sav.	9	7	Kontrolinis darbas.	

1	2	3	4	5
Termodinamika				
Balandis, 3 sav.	10	1	Vidinė kūnų energija. Šilumos kiekis.	Apibūdina vidinę energiją ir jos kitimo būdus, temperatūrą, mechaninio darbo ir šilumos ryšį. Nusako termodinamikos pradmenis, formuluoja I ir II termodinamikos dėsnius. Paaiškina šiluminių variklių veikimo principus, nurodo, kur jie naudojami. Nurodo šilumos perdavimo dėsningumus, jų svarbą technikoje ir kasdieniame gyvenime. Formuluoja energijos tvermės dėsnį, nusako jo fundamentalumą ir universalumą. Apibūdina energijos tvermę vyksmuose (molekulinės fizikos ir termodinamikos). Nusako energijos gamybos ir naudojimo reikšmę visuomenės gyvenime. Apibūdina energetinių resursų Žemėje problemas, energijos gamybos bei naudojimo technologinius ir ekologinius aspektus.
Balandis, 4 sav.	10	2	Faziniai virsmai.	
Balandis, 4 sav.	10	3	Darbas termodinamikoje.	
Balandis, 5 sav.	10	4	Pirmasis termodinamikos dėsnis. Antrasis termodinamikos dėsnis.	
Gegužė, 1 sav.	10	5	Šiluminiai varikliai. Jų naudingumo koeficientas.	
Gegužė, 1 sav.	10	6	Kontrolinis darbas.	
Elektrostatika				
Gegužė, 2 sav.	11	1	Elektros krūvis. Elektros krūvio tvermės dėsnis.	Statinės elektros dėsningumus apibūdina, remdamiesi *elektrinio lauko* ir *krūvio* sąvokomis, krūvio tvermės bei Kulono dėsniais.
Gegužė, 2 sav.	11	2	Kulono dėsnis.	

1	2	3	4	5
Gegužė, 3 sav.	11	3	Elektrinis laukas. Elektrinio lauko stipris.	
Gegužė, 3 sav.	11	4	Laidininkai ir dielektrikai elektrostatiniame lauke.	
Gegužė, 4 sav.	11	5	Elektrinė talpa. Kondensatoriai.	Paaiškina elektrinę talpą, kondensatorius, nurodo, kur jie taikomi.
Gegužė, 4 sav.	11	6	Savarankiškas darbas.	
Gegužė, 5 sav.	11	7	Apibendrinimas.	

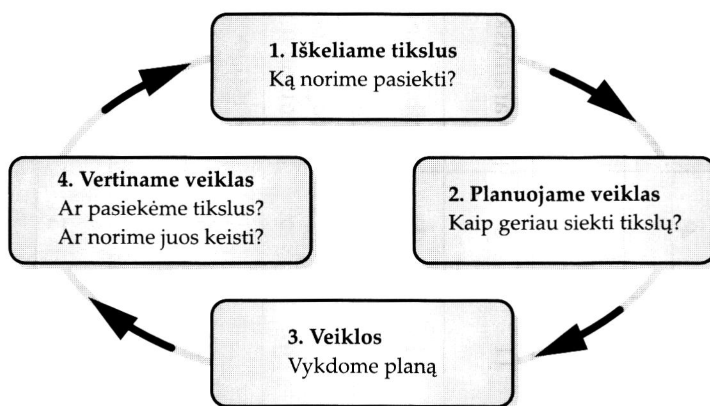
7. Šiuolaikinės didaktikos taikymas mokant fizikos XI klasėje

7.1. Ugdymo tikslai

Tikslų paskirtis. Dar Seneka sakė, kad „kai žmogus nežino, į kurį uostą plaukia, joks vėjas nebus palankus“. Šis teiginys taikliai apibūdina tikslų prasmę tiek buitiniame gyvenime, tiek ir mokyme.

Pedagogikos terminų žodyne teigiama, kad „tikslas yra veiklos ir elgesio motyvas – vidinė veikimo priežastis“ (*L. Jovaiša*). Tikslas veiklai suteikia kryptį. Atitinkantis tikslą veikimas turi duoti apčiuopiamų rezultatų. Tikslo pasirinkimą lemia tai, kas asmeniui, grupei, bendruomenei, visuomenei reikšminga ir prasminga: poreikiai, vidinės vertybės, interesai.

Tikslų vaidmenį veiklos procese yra nuodugniai išanalizavęs vienas žinomiausių šiuolaikinių didaktų Geoff Petty (2005). (1 pav.)



1 pav. Veiklos ciklo modelis

Pasak G. Petty, veiklos ciklas pradedamas tikslų formulavimu, paskui eina planavimas, pati veikla, savianalizė, arba įsivertinimas.

Kas lemia mokymo tikslų parinkimą? Veiksniai gali būti labai įvairūs, tačiau svarbiausieji yra šie:

- visuomenės poreikiai;
- švietimo sistemos tikslai;
- mokyklos steigėjo ir mokyklos tikslai;
- mokymo ir mokymosi paradigmos, kuriomis vadovaujasi mokytojas;
- mokinių amžius, patirtis, sugebėjimai.

Veiklos tikslai sąlygoja tolimesnį veiklos ciklą:

- turinio suformavimą;
- metodų parinkimą;
- vertinimo tikslų ir būdų numatymą;
- mokymosi aplinkos sukūrimą.

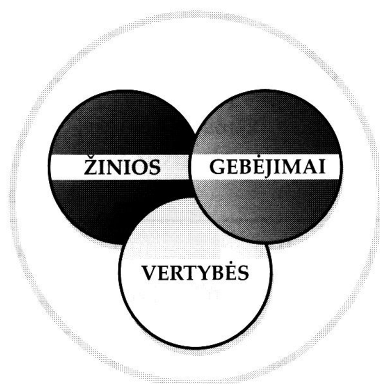
Tikslų formulavimas. Pamokos planavimas pradedamas nuo pamokos tikslų numatymo. Pamokos plane mokytojas numato konkrečios pamokos tikslus, nurodo konkretų jos turinį: faktus, sąvokas, dėsnius, teorijas, elementus, mokymo metodus bei priemones. Pamokos tikslų sudarymo problema yra labai aktuali mokyklų reformos sąlygomis ir plačiai nagrinėjama. Mokymo tikslų formulavimas yra viena sunkiausių problemų: kaip geriau organizuoti tai, ko reikalauja konkreti veikla, įvairaus lygmens mokymo tikslai, kad jais remiantis būtų galima numatyti visus mokymo turinį sudarančius elementus. Mokytojui žinotina, kad Lietuvoje standartizuojami tik tolimieji ir vidutiniai tikslai. Tuo tarpu tiesioginiai, smulkūs tikslai paliekami mokyklos, mokytojo, planuojančio mokymo procesą, kompetencijai.

Pagal dalykinį požymį tikslai skirstomi į:

- bendruosius;
- dalykinius.

Bendrieji tikslai orientuoti į bendrųjų kompetencijų ugdymą. Kompetencijos sąvoka vartojama nuo XVI a., tačiau iki šiol nėra priimtas jos vieningas apibrėžimas. Vienų autorių požiūriu, *kompetencija* (lot. *Competentia* – priklausomybė (pagal teisę)) – tai gebėjimas atlikti tam tikrą veiklą, grindžiamas individo žiniomis, mokėjimais, įgūdžiais, požiūriais, patirtimi, polinkiais, asmenybės savybėmis bei vertybėmis (2 paveikslas).

Kiti autoriai kompetenciją apibūdina kaip ***įgūdžius, gebėjimus, žinojimą ir charakteristikas***, išryškėjančias žmonių veikloje, kai jie bendrauja su pasauliu ir siekia sėkmingo rezultato, kai atlieka tam tikras užduotis ir veikia tam tikromis aplinkybėmis.



2 pav. Kompetencijos sąvokos turinio samprata

Bendrosioms kompetencijoms įgyti mokymo programose neplanuojami specialūs mokomieji dalykai. Pedagoginėje literatūroje priimta bendrąsias kompetencijas skirstyti į tris grupes:

- **Socialinės kompetencijos.** Tai komunikabilumas, tolerantiškumas, praktiškumas, korektiškumas ir kt.
- **Asmeninės kompetencijos.** Tai tikslumas, atsakingumas, kruopštumas, pareigingumas ir kt.
- **Psichologinės kompetencijos.** Tai analitinis mąstymas, sisteminis mąstymas, kūrybiškumas, koncentruotumas ir pan.

Dalykiniai tikslai fiksuoja tai, ką moksleiviai turi išmokti (turinys) arba ką jie turi išmokti daryti (elgesys). Dalykiniai tikslai orientuoti ugdyti dalykines kompetencijas. Savo ruožtu dalykiniai tikslai pagal sritis dar skirstomi:

- kognityvinės srities tikslai;
- psichomotorinės srities tikslai;
- afektinės srities tikslai.

Pedagoginėje literatūroje aprašytos kiekvienos srities tikslų klasifikacijos – taksonomijos. Taksonomijos sąvoka vartojama biologijoje, socialiniuose moksluose, sistemų teorijoje, informacinių technologijų ir kitose srityse. Ji reiškia tam tikrą hierarchinę objektų klasifikaciją.

Plačiai paplitusi kognityvinių tikslų klasifikacija, pasiūlyta B. S. Blumo (*Bloom*, 1 lentelė). Pagal ją skiriami šeši kognityvinių tikslų lygmenys: žinojimo, supratimo, pritaikymo, analizavimo, sintetinimo, įvertinimo. Ši taksonomija grindžiama biheviorizmu. Svarbiausia Blumo taksonomijos idėja – vertinant mokinių rezultatus, reikia atsižvelgti ne tik į žinių atgaminimą. Ši taksonomija turėjo ir turi didelę įtaką laimėjimams vertinti ir mokymo programoms sudaryti.

7.1.1 lentelė

Blumo kognityvinės srities tikslų taksonomija

6. Vertinimas	Kriterijų naudojimas
	Standartų naudojimas
5. Sintezė	Unikali komunikacija
	Operacijų rinkinių sudarymas, planų rengimas
	Abstrakčių sąryšių rinkinių sudarymas
4. Analizė	Elementų identifikavimas ar klasifikavimas
	Elementų sąryšių identifikavimas ar klasifikavimas
	Sąrangos principų identifikavimas
3. Pritaikymas	Abstrakčių žinių taikymas konkrečiose situacijose

2. Supratimas	Perkėlimas
	Interpretavimas
	Ekstrapoliavimas
1. Žinios, žinojimas	Detalės
	Detalių tvarkymo būdai ir priemonės
	Universalijos ir abstrakcijos

Blumo tikslų klasifikaciją taikėme, projektuodamos fizikos mokymo tikslus pagrindinėje mokykloje (7.1.2 lentelė).

7.1.2 lentelė

Blumo taksonomija ir jos atskirų etapų turinys

Kognityvinio tikslo lygmuo	**Tikslo lygmens samprata**	**Tikslo lygmenį atitinkanti veikla**	**Tikslo lygmenį atitinkantis veiklos rezultatas**
Žinojimas	Šis lygmuo pasiekiamas remiantis atmintimi.	Mokiniui reikia: • atsiminti; • pakartoti; • atpasakoti; užrašyti; • apibrėžti; • nupiešti.	Mokymosi pabaigoje mokinys turi žinoti: • faktus; • fizikinę terminologiją; • tam tikrus kriterijus; • tam tikrus metodus; • principus ir apibendrinimus; • žinias, teorijas ir struktūras; • žinias apie klasifikacijas ir kategorijas.
Supratimas	Suprantant priimama tai, kas pateikiama, bet panaudojama nebūtinai susiejant su kita medžiaga ar įžvelgiant esmę.	Mokiniui reikia: • paaiškinti; • atpažinti; • atpasakoti; • apibūdinti; • išreikšti.	Mokinys privalo interpretuoti, ką žino; mokėti paaiškinti, kaip tai sužinojo.
Pritaikymas	Tai gebėjimas pritaikyti tai, kas žinoma naujose situacijose.	Mokiniui reikia: • apibendrinti; • parinkti; • taikyti; • palyginti sąvokas.	Mokinys privalo sugebėti panaudoti abstrakcijas, dėsnius, taisykles vienokiose ar kitokiose situacijose.

Kognityvinio tikslo lygmuo	Tikslo lygmens samprata	Tikslo lygmenį atitinkanti veikla	Tikslo lygmenį atitinkantis veiklos rezultatas
Analizavimas	Tai gebėjimas suskaldyti visumą į dalis.	Mokiniui reikia: • išspręsti; • išskirti; • sugretinti; • tyrinėti; • nustatyti ryšį; • palyginti; • diferencijuoti.	Mokinys geba išskaidyti medžiagą į sudėtines dalis, parodydamas jų tarpusavio priklausomybę. Mokiniai geba analizuoti: • konkrečios srities reiškinius; • tam tikros srities ryšius ir santykius; • organizacinius principus.
Sintetinimas	Tai gebėjimas kokiu nors būdu derinti, jungti ar sudėti dalis bei elementus į visumą arba sudaryti naują modelį, struktūrą.	Mokiniui reikia: • surinkti; • sutvarkyti; • sukurti; • pasiūlyti; • suprojektuoti; • sukonstruoti; • sudaryti; • padaryti išvadą.	Mokiniai privalo gebėti dirbti su atskiromis dalimis, elementais, sujunginėti juos į visumą, sudarančią dar nežinomą struktūrą ar modelį. Mokiniai turi: • sukurti tam tikrus ryšius mokymosi srityje; • sudaryti vieningą planą ar operacijų kompleksą; • sudaryti abstrakčių ryšių kompleksą.
Įvertinimas	Tai gebėjimas kiekybės ir kokybės požiūriu spręsti, kiek turinys ir metodai atitinka kriterijus.	Mokiniui reikia: • atrinkti; • įvertinti; • nustatyti; • patikrinti.	Mokiniai išreiškia gebėjimą argumentuoti, palyginti priešingus požiūrius ir juos argumentuoti, daryti sprendimus.

Psichomotorinės srities tikslų klasifikaciją sudarė R. H. Deivas (*Dave*). Psichomotorinių tikslų taksonomijoje išskiriami šie lygiai: imitavimas (veiksmų pakartojimas); manipuliavimas (veiksmų atlikimas pagal nurodymus); tikslumas (veiksmų kordinavimas siekiant harmoningumo); natūralumas (veiksmai atliekami natūraliai, negalvojant, kaip tai padaryti). Mokant fizikos ši

taksonomija aktuali atliekant laboratorinius darbus, praktikumo darbus, eksperimentuojant.

Afektinės srities tikslų klasifikaciją pasiūlė D. R. Kratvolas (*Krathwohl*). Šie tikslai apibūdina žmogaus elgseną, susijusią su emocijomis, nuostatomis, jausmais, vertybinėmis orientacijomis, pripažinimu. Afektinės srities tikslų klasifikacijoje išskiriami šie lygiai: dėmesys (klausti, pasirinkti, sekti); reagavimas (asistuoti, diskutuoti); vertingumas; vertingumo palyginimas, vertingumo įtvirtinimas. Mokant fizikos nederėtų ignoruoti šios elgsenos, padedančios formuotis mokinio tiek dalykinėms, tiek ir bendrosioms kompetencijoms.

Šiame leidinyje, pateikdami dieninių pamokų planų projektus, tik iškėlėme kognityvinius tikslus. Manome, kad fizikos pamokose aktualūs yra ir afektiniai tikslai, ir net psichomotoriniai. Tačiau juos daugiausia lemia konkreti mokymo aplinka. Todėl afektinius, psichomotorinius tikslus turi numatyti pats mokytojas. Leidinyje į tai atsižvelgta – dieninių planų projektuose palikta vietos papildyti pamokos tikslus.

Šiek tiek plačiau norime aptarti pačią naujausią R. J. Marzano (2001) pasiūlytą ugdymo tikslų taksonomiją. R. J. Marzanas (JAV) garsėja pedagogikos, psichologijos ir kitų socialinių mokslų interpretacijomis bei jų diegimu švietimo praktikoje. R. J. Marzano mokymo tikslų klasifikacijos prielaidas galime rasti jau minėtoje Blumo taksonomijoje bei psichoanalitinėje psichologijoje – Froido topografiniame asmenybės modelyje. Pasak Marzano, asmens psichiką galima padalyti į 3 dalis:

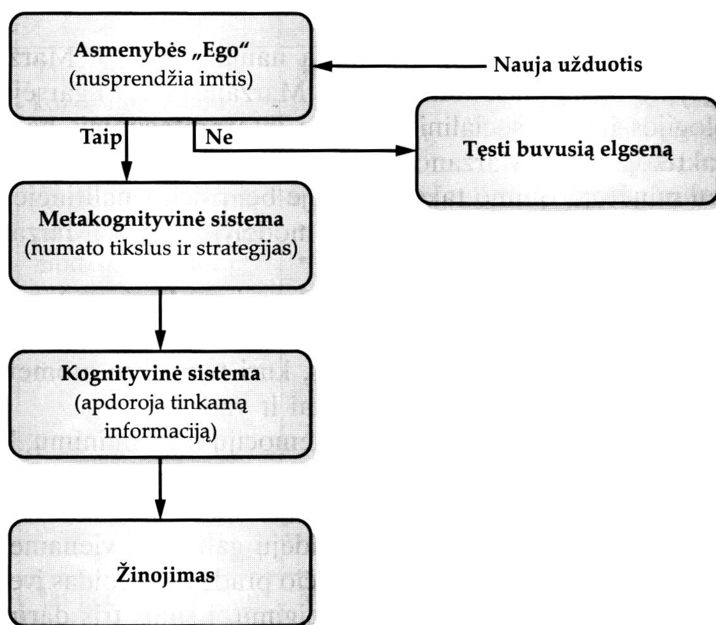
- **sąmonė**, susidedanti iš pojūčių ir išgyvenimų, kuriuos žmogus suvokia tam tikru momentu;
- **priešsąmonė**, susidedanti iš patirties, kuri tam tikru momentu nesuvokiama, bet gali grįžti į sąmonę spontaniškai ir valingai;
- **pasąmonė** – tai primityvių instinktų, emocijų ir atsiminimų, kurie nepriimtini sąmonei, todėl buvo išstumti į pasąmonę, talpykla. Pasąmonėje nėra logikos, iškreiptas laikas, iškreipta erdvė. Pasąmonė labiausiai atsiskleidžia sapnuose – simbolių pasaulyje, kur daugybė idėjų gali tilpti viename žodyje.

Praėjusio šimtmečio trečiojo dešimtmečio pradžioje Froidas įvedė tris naujas struktūras: **id**, **ego**, **superego**. Froido teigimu, į šiuos tris darinius reikėtų žiūrėti labiau kaip į tam tikrus procesus nei kaip į ypatingas asmenybės „struktūras“.

- **Id** (*lot.* **tai**) – nesąmoningas ir paveldimas asmenybės struktūrinis darinys. Vienintelis psichinės energijos šaltinis. Id veikia pagal malonumo principą. Tai pirminis procesas – instinktyvių poreikių patenkinimas fantazijoje. Tai ikiloginis, ikižodinis, patyrimo ir išmokimo dar nesupavidalintas ir nespecializuotas psichikos vyksmas.
- **Ego** (*lot.* **aš**) – tai psichikos dalis, atsakinga už sprendimų priėmimą. Ego stengiasi patenkinti id norus, suderindama juos su išorinio pasaulio apribojimais ir superego reikalavimais. Veikia pagal realybės principą, loginį mąstymą ir įgūdžius.

▪ **Superego** (*lot.* **virš aš**) – tai internalizuotos tradicinės vertybės, idealai, kuriuos vaikui perduoda tėvai. Pagrindinė užduotis – įvertinti vieno ar kito reiškinio teisingumą, remiantis moraliniais standartais. Superego padeda palaikyti tradicijas ir tęstinumą, perduodamas vertybes iš kartos į kartą.

R. J. Marzanas, remdamasis Froido asmenybės modeliu, pažinimo procesą aiškina taip: asmenybės „ego" sprendžia, ką daryti su nauja užduotimi (3 pav.). Vadinasi, ugdymo sėkmė priklauso ne nuo anksčiau įgytų žinių ir gebėjimų, bet nuo pačios asmenybės. Jeigu „ego" atmena naują užduotį, procesas nutrūksta, asmenybės elgesys nepakinta. Jei asmenybės „ego" priima naują užduotį, tada įsijungia metakognityvinė sistema – numatomi tolimesni veiklos tikslai, strategijos. Paskui pradeda veikti pažinimo sistema – kognityvinė sistema apdoroja informaciją. Kognityvinės veiklos rezultatas – žinojimas, naujos žinios.



3 pav. Žinių perėmimo procesas pagal R. J. Marzaną

R. J. Marzano taksonomija pagrįsta kognityvizmu. Pagal naująją jo taksonomiją pažinimo procese galima išskirti šešis psichinės veiklos lygmenis:

6 lygmuo: mąstymas ego sistemoje;
5 lygmuo: metakognityvinė sistema;
4 lygmuo: žinių panaudojimas;
3 lygmuo: analizė;
2 lygmuo: supratimas;
1 lygmuo: paieška.

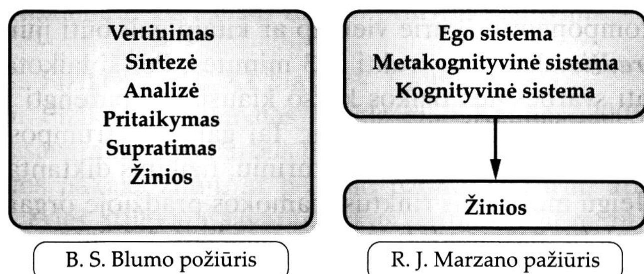
Kiekvieną lygmenį atitinka tam tikri procesai, į kuriuos būtina atsižvelgti planuojant ir organizuojant tiek fizikos, tiek kitų dalykų mokymą (7.1.3 lentelė).

7.1.3 lentelė

R. J. Marzano tikslų taksonomija: pažinimo lygiai ir šiuos lygius atitinkančių veiklų turinys

6 lygmuo. **Egosistemos lygmens mąstymas** (*self-system thinking*)	Svarbos vertinimas Efektyvumo vertinimas Emocinės reakcijos vertinimas Motyvacijos vertinimas
5 lygmuo. **Metakognityvinis mąstymas**	Tikslų nustatymas Procesų stebėsena Aiškumo stebėsena Tikslumo stebėsena (kontrolė)
4 lygmuo. **Žinių naudojimas**	Apsisprendimas, sprendimų priėmimas Problemų sprendimas Eksperimentavimas Nagrinėjimas
3 lygmuo. **Analizė**	Lyginimas Klasifikavimas Klaidų analizė Apibendrinimas Specifikavimas (apibūdinimas)
2 lygmuo. **Supratimas**	Sintezė Pavaizdavimas
1 lygmuo. **Paieška**	Atgaminimas Atlikimas

Palyginę B. S. Blumo ir R. J. Marzano pažinimo proceso sampratas, pastebime kai kuriuos skirtumus. Pavyzdžiui, B. S. Blumo modelyje žinios neatskiriamos nuo pažinimo procesų, o R. J. Marzano – atskiriamos (4 pav.). Naujoji taksonomija skiria įvairius žinių tipus nuo juos valdančių psichikos procesų.



4 pav. B. S. Blumo ir R. J. Marzano požiūrių į mokymosi procesą palyginimas

Siekiant fizikos mokymo kokybės, reikia plėtoti ne tik kognityvinę, bet ir „ego“ bei metakognityvinę sistemas. Metakognityvinė sistema gali užtikrinti gerą fizikos mokymosi koordinavimą, ugdymo vadybą. Iš R. J. Marzano taksonomijos sąrangos galima daryti išvadą, kad nuo „ego“ ir metakognityvinės sistemų priklauso ne tik mokymosi, bet ir gyvenimo sėkmė – gebėjimas save realizuoti darbe, visuomeninis aktyvumas.

Apibendrindamos ugdymo tikslų formulavimo teorinius ir praktinius aspektus ir mokant fizikos, ir kitų dalykų, remiamės šiuolaikinių didaktų *(P. Jucevičienė, 1996, E. Jensen, 1999)* išvadomis.

Ugdymo tikslai turi būti:

- konkretūs ir aiškūs – suprantami, vienareikšmiai, atspindintys vieną, o ne kelias problemas;
- išmatuojami – išreikšti rezultatą, bet ne veiklą;
- pasiekiami – orientuoti į gerus rezultatus, tačiau realūs;
- suderinti – dažnai keliamas ne vienas, o keli tarpusavyje suderinti, nepriештaraujantys vienas kitam tikslai;
- priimtini – visos suinteresuotos grupės juos turi suderinti;
- lankstūs – gana stabilūs, tačiau keičiantis situacijai gali būti koreguojami, nekeičiant visos tikslų sistemos.

7.2. Mokymo organizavimas pamokoje

Vieningos pamokos apibrėžties nėra. Vieni autoriai ją apibūdina kaip pagrindinę mokymo organizavimo formą, kiti – kaip mokytojo ir mokinių kūrybinės veiklos procesą. Svarbiausi pamokos požymiai: tiksliai apibrėžtas laikas, nuolatinė vieta, panašaus išsilavinimo mokinių grupė, bendri ugdymo tikslai. Pamokų tipologija taip pat įvairi. Pamokos klasifikuojamos pagal vyraujančius mokymo metodus, pagal didaktinius tikslus. Atsižvelgiant į didaktinius tikslus, pamokos gali būti: naujos medžiagos teikimo, žinių įtvirtinimo, mokėjimų ir įgūdžių formavimo, žinių apibendrinimo, veiklos vertinimo. Pamokos tipas lemia pamokos struktūrą – vienokia yra naujų žinių teikimo, kitokia – apibendrinimo pamokos struktūra. Šioje mokytojo knygoje mes nesiekiame aprašyti skirtingo tipo pamokų struktūros, o tik primename kai kuriuos svarbius jos struktūrinius komponentus, kurie vienaip ar kitaip gali būti įjungti į pamoką.

Pamokos pradžia. Ji turėtų trukti 2–3 minutes. Per šį laikotarpį rekomenduotina priminti svarbesnius fizikos kurso klausimus, parengti mokinius protiniam darbui, naujai medžiagai suvokti. Tai gali būti trumpos matematinės pratybos, susijusios su naujos pamokos turiniu, fizikinis diktantas, frontali apklausa ir pan. Jeigu mokytojas rinktųsi pamokos pradžioje organizuoti frontalią apklausą, galėtų pasinaudoti orientuojančiais teiginiais, kurie pateikti dieniniuose pamokų planuose. Sudarydamos frontalios apklausos turinį, atsižvelgėme ir į vidinių bei tarpdalykinių integracinių ryšių taikymo galimybę.

Naujos medžiagos išmokimo etapas. Sudarydamos dieninius pamokų planus, laikomės tam tikrų psichologinių nuostatų. Kitaip tariant, vadovavomės etapine žinių išmokimo teorija. Ji teigia, kad žinios perimamos šiais etapais:

- motyvacijos mokytis;
- suvokimo;
- mąstymo;
- supratimo;
- įsiminimo.

Žinių perėmimas prasideda nuo teigiamos mokymosi motyvacijos formavimo/si. Šis etapas pamokoje yra vienas iš svarbiausių. Teigiamą mokymosi motyvaciją skatina probleminės mokymo/si situacijos. „Probleminio įvado" skyreliuose pateiktų dieninių planų probleminių situacijų turinys yra rekomendacinio pobūdžio. Problema gali būti iškelta ir kitaip: pateikus pavyzdį, atlikus bandymą ir pan.

Gvildenant naują temą, svarbu pabrėžti esminę mokomąją medžiagą, išskirti svarbiausius naujos mokomosios medžiagos perteikimo etapus. Todėl dieninių pamokų planuose į tai atsižvelgta. Mokinių ir mokytojo veiklai naujų žinių perteikimo pamokose būdinga tai, kad dažniausiai lentoje braižomos bandymų schemos, trumpai užrašoma, kas svarbiausia, duodamas bendras klausimo nagrinėjimo planas, matematiniai įrodymai, demonstracinių bandymų matavimų duomenys. Įprastai vyksta aktyvus mokytojo pokalbis su mokiniais: pastarieji primena reikalingos sąvokos apibrėžimą, pasako ar užrašo lentoje dėsnio matematinę išraišką, savarankiškai nubraižo stebimos elektrinės grandinės schemą, nurodo fizikos dėsnio taikymo praktikoje pavyzdžių ir pan.

Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas. Šiame pamokos etape dažniausiai organizuojamas savarankiškas mokinių darbas. Rekomenduojama savarankiškiems darbams skirti ne mažiau kaip 30 proc. pamokos laiko.

Rekomenduojama savarankiškiems darbams panaudoti šią didaktinę medžiagą:

1. *Pečiuliauskienė P.* Fizikos vadovėlis XI klasei. – Kaunas, 2005. – 1 dalis.
2. *Pečiuliauskienė P.* Fizikos vadovėlis XI klasei. – Kaunas, 2005. – 2 dalis.
3. *Pečiuliauskienė P.* XI klasės fizikos pratybų sąsiuvinis. – Kaunas, 2005. – 1 dalis.
4. *Pečiuliauskienė P.* XI klasės fizikos pratybų sąsiuvinis. – Kaunas, 2005. – 2 dalis.
5. *Vičas S.* Fizikos testai XI klasei. – Kaunas, 2005.
6. *Vičas S.* Fizikos uždavinynas XI klasei. – Kaunas, 2005.

Skirdamas savarankiškus darbus per pamoką, mokytojas privalo išsiaiškinti, ar mokiniams pakaks žinių, ar jie žino užduoties turinį atitinkantį darbo atlikimo būdą. Prieš atliekant savarankiškus darbus ar jų metu mokytojas parodo, kaip reikia spręsti analogišką uždavinį, matuoti fizikinį dydį. Dažniausiai atliekami tokie savarankiški darbai: sprendžiami uždaviniai, užduotys su didaktine medžiaga, mokomasi iš vadovėlio.

Savarankiškus darbus galima diferencijuoti: stipresniems mokiniams skirti sunkesnes užduotis ar jų daugiau, o silpnesniuosius konsultuoti individualiai.

Namų darbų skyrimas. Namų darbų užduotis reikia skirti saikingai. Jas mokiniai turėtų namuose atlikti ne ilgiau kaip per 40 min. Namų darbų užduotis rekomenduojama pateikti pamokos pabaigoje. Šiame leidinyje rekomenduojamos skirti namų darbų užduotys nėra sunkesnės, nei spręstos per pamoką. Skiriant namų darbus, reikėtų nurodyti bendras gaires, kaip juos atlikti, įspėti apie galimus sunkumus.

Demonstraciniai bandymai. Demonstraciniai bandymai – fizikos mokymui būdingas metodas. Jo taikymo sėkmę lemia tiek fizikos mokytojo bandymų parengimo įgūdžiai, tiek fizikos kabineto materialinė bazė. Anksčiau Lietuvos mokyklos buvo aprūpintos VI–XI kl. demonstracinių bandymų kartotekomis [2]. Jose nurodomas šifras, bandymo pavadinimas, priemonės, trumpas bandymo aprašymas, prietaisų išdėstymo schema ar paveikslas, bandymo trukmė, literatūra. Šio leidinio dieninių pamokų planų skyrelyje „Demonstravimas“ pateiktos atitinkamos nuorodos į minėtą demonstracinių bandymų kartoteką, naudojant trumpinimą – **DBK** (demonstracinių bandymų kartoteka). Manome, kad fizikos mokytojai, atsižvelgdami į fizikos kabinete esančias mokymo priemones, pasirinks vienus ar kitus siūlomus demonstracinius eksperimentus.

Naujos technologijos sudaro sąlygas tobulinti fizikinius eksperimentus. Šiuo metu edukacinėje praktikoje vis dažniau naudojami kompiuteriai, sukurta nemažai fizikos mokomųjų kompiuterinių programų. Jos pagal naudojimo paskirtį skirstomos į demonstravimo, modeliavimo, laboratorinių darbų, žinių patikrinimo. Šių programų demonstravimui geriausias technines galimybes teikia multimedia. Tačiau jei fizikos kabinete yra vaizdo kompiuterinė sistema arba turimas bent vienas 19 colių įstrižainės vaizduoklio kompiuteris, galima naujų žinių perteikimo pamokose naudoti mokomąsias kompiuterines programas fizikiniams eksperimentams modeliuoti. Tos mokomosios kompiuterinės demonstravimo programos, kurių sudarymo animacija yra pakankamai gera, gali pakeisti įprastą demonstracinį eksperimentą, atliekamą su prietaisais. Šiame leidinyje pateiktos nuorodos į kai kurias pačias populiariausias, lengviausiai įgyjamas mokomąsias kompiuterines programas. Be to, fizikos mokytojai ir patys gali sukurti keletą mokomųjų kompiuterinių programų, pritaikydami šiuo metu populiarias kompiuterines programas „FLASH-MX“, „Power Point“ ir kt.

Naujų galimybių tobulinti fizikos demonstracinį eksperimentą teikia internetas. Be abejo, jame mokomųjų kompiuterinių programų, skirtų fizikiniams bandymams modeliuoti, galima rasti labai įvairių. Dieniniuose planuose pateikti kai kurie interneto adresai, kuriuose galima rasti mokomųjų kompiuterinių programų, besisiejančių su vienuoliktos klasės fizikos mokymo turiniu.

7.3. Vidinė integracija mokant fizikos

Gamtamokslinių dalykų žinias sudaro faktai, sąvokos, dėsniai, teorijos, aiškinančios tikrovės reiškinių esmę, jų prigimtį, priežastis. Fizikos dalyko turinį sudaro žinių apie gamtą, techniką, žmogaus veiklą visuma. Ji mokymo procese turi būti susisteminta. Tam taikoma vidinė ir tarpdalykinė fizikos turinio integracija. Šiais mokymo principais efektyvinamas ne tik žinių perėmimas, bet ir dalykinių bei bendrųjų kompetencijų ugdymas, fizikinio ir gamtamokslinio pasaulėvaizdžio formavimasis.

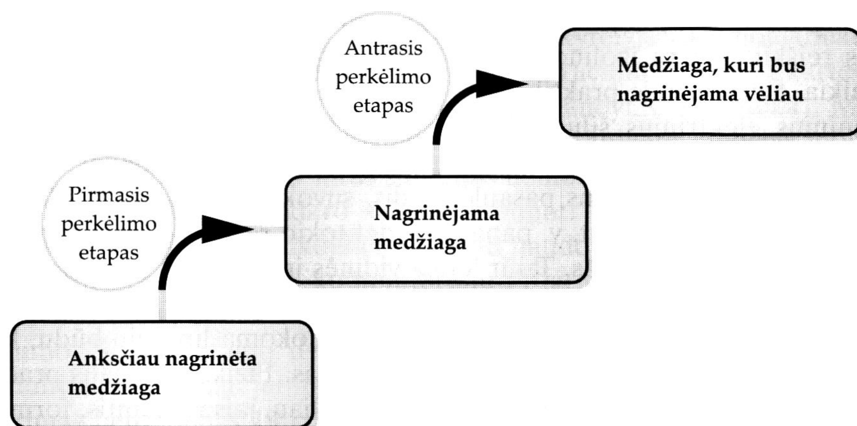
Pedagogikos mokslinėje ir praktinėje literatūroje daug rašoma apie tarpdalykinę integraciją, tačiau ne mažiau svarbi ir vidinė integracija. Vidinė integracija – dalyko turinio sisteminimas, dalyko turinio komponentų tarpusavio sąsajų nustatymas. Vienas iš fizikos turinio vidinio integravimo būdų – integruojančios apibendrinimo programos taikymas mokant fizikos. Fizikos kartojimo programa, kaip, beje, ir kitų dalykų, yra natūraliai sąlygota. Nė vienas gamtos reiškinys nėra izoliuotas, visi jie glaudžiai tarpusavyje susiję, vienas kitą veikia. Edukacinėje praktikoje tie reiškiniai suskaidomi į atskiras grupes: mechaninius, elektrinius, šiluminius ir pan. Kiekvienos grupės reiškinius ir objektus fizika dar labiau supaprastina – nagrinėjami tik jų modeliai. Kad susiformuotų tinkamas ir tikslus pasaulėvaizdis, suvoktus fizikinius modelius vėl būtina „grąžinti" į tikrovę, t. y. panaikinti dėl tokio reiškinių ar objektų supaprastinimo atsiradusias ribas. Tai ir lemia vidinės integracijos taikymą mokant fizikos.

Pagal Bendrojo lavinimo programas fizika mokoma linijiniu būdu, kai išnagrinėjus vieną fizikos skyrių, nagrinėjamas kitas. Fizikos skyriaus pradžioje pateikiami faktai, juose ieškoma dėsningumų, vėliau, jais remiantis, formuluojami dėsniai ir galiausiai mokoma juos taikyti praktiškai. Baigiant nagrinėti fizikos skyrių apibendrinamos žinios. Tam paprastai skiriama viena pamoka. Skyriaus nagrinėjimas baigiamas kontroliniu darbu – mokinių žinių, dalykinių kompetencijų patikrinimu. Tuo tarytum nubrėžiama riba tarp anksčiau nagrinėto skyriaus ir naujo skyriaus medžiagos. Tokia fizikos mokymo praktika yra priimtina, tačiau nėra efektyvi. Ji skatina mokytis „paragrafais", nesudaro prielaidų ieškoti atskirų temų, skyrių sąsajų, tuo pačiu formuotis bendrosioms ir dalykinėms kompetencijoms, vientisam fizikiniam pasaulėvaizdžiui. Vienas iš būdų, padedančių koreguoti šią praktiką, – linijinį fizikos mokymą papildyti kompleksiniu apibendrinimu. Šio apibendrinimo prielaida – integruoto pobūdžio fizikos kurso kartojimo programa.

Šiame leidinyje pateikiame vienuoliktos klasės fizikos kursui įtvirtinti skirtą integruoto pobūdžio fizikos programą. Ji suderinta su Bendrąja fizikos programa. Programa pateikiama lentelės forma. Lentelę sudaro keturios skiltys. Svarbiausia yra trečioji skiltis, nes joje įrašytos tos temos, kurios nagrinėjamos vienuoliktoje klasėje pagal Bendrojo kurso programą. Ši lentelės skiltis pažymėta pilku fonu. Antrojoje lentelės skiltyje nurodomos tos temos, kuriomis

reikėtų remtis aiškinant naujai nagrinėjamus klausimus, juos papildomai išplečiant. Pavyzdžiui, nagrinėjant temą „Tamprumo jėga. Huko dėsnis“ reikėtų pakartoti atomo sandarą, elektrostatinę krūvių sąveiką. Ketvirtojoje lentelės skiltyje surašytos temos, kurias aiškinant vėliau teks remtis dabar nagrinėjamomis temomis. Pavyzdžiui, prie temos „Tamprumo jėga. Huko dėsnis“ tenka grįžti nagrinėjant spyruoklinę svyruoklę, išilgines ir skersines mechanines bangas, pagrindinius MKT teiginius. Tokiu būdu vienoje lentelės eilutėje susidaro gimininingo turinio fizikos temų, kurias galima susieti integraciniais ryšiais, blokas.

Integruoto pobūdžio fizikos kurso kartojimo programos struktūrą galima paaiškinti ir psichologiniu požiūriu. Pagal psichologinę žinių perkėlimo teoriją integravimo metu žinios perkeliamos iš vieno lygmens į kitą arba iš vieno konteksto į kitą. Mūsų programoje žinios perkeliamos du kartus (5 pav.).



5 pav. Mokomosios medžiagos perkėlimo etapai mokant fizikos pagal apibendrinančiąją kartojimo programą

Šiame leidinyje pateikiama kartojimo programa turėtų palengvinti fizikos mokytojo darbą, nes joje duodamos gimininingo turinio temos. Iš šios programos matyti, kurios fizikos temos yra aktualios kitų temų nagrinėjimui, t. y. kurioms fizikos temoms reikėtų skirti daugiau laiko. Ši apibendrinamoji vidinio integruoto turinio fizikos programa yra nauja, nes joje atsisakyta tradicinio požiūrio į linijinį fizikos kurso kartojimą, grindžiamą atskirų fizikos skyrių nuoseklumu, arba egzaminų programa. Šia kartojimo programa gali remtis mokytojai, mokydami fizikos pagal išplėstinio kurso programą.

Integruojančios apibendrinimo programos turinys

Eil. Nr.	Anksčiau nagrinėtos temos	Nagrinėjama tema	Tema, kuri bus nagrinėjama vėliau
		MECHANIKA	
		KINEMATIKA	
1.		**Bendrosios žinios apie judėjimą: atskaitos sistema, poslinkis, greitis, judėjimo reliatyvumas.**	I Niutono dėsnis.
2.		**Tiesiaeigis netolyginis judėjimas: greitis, pagreitis, poslinkis, laisvasis kūnų kritimas.**	II Niutono dėsnis, kūno impulsas, sunkio jėga, sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimas.
3.	Tiesiaeigis tolyginis judėjimas: poslinkis, greitis, koordinatės.	**Kreivaeigis judėjimas: poslinkis, greitis, periodas, dažnis, koordinatės.**	I Niutono dėsnis.
		DINAMIKOS PAGRINDAI	
1.	Kūnų inertiškumas, kūnų masė, II Niutono dėsnis.	**III Niutono dėsnis.**	Impulso tvermės dėsnis.
2.	Atomo sandara. Elektrostatinė krūvių sąveika.	**Tamprumo jėga. Huko dėsnis.**	Pagrindiniai MKT teiginiai (dalelių tarpusavio sąveika). Kieto kūno fizika. Deformacijos rūšys, tempimo diagrama (Huko dėsnio išraiška). Spyruoklinė svyruoklė. Mechaninės bangos: skersinės, išilginės.
3.	II ir III Niutono dėsniai.	**Visuotinės traukos jėga.**	Sunkio jėga. Sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimas.
4.	Sunkio jėga. III Niutono dėsnis.	**Kūno svoris. Nesvarumas.**	DŽP[1]
5.	Tamprumo, sunkio jėga, II Niutono dėsnis, greitis, pagreitis.	**Vertikaliai su pagreičiu judančio kūno svoris.**	Dviejų ir daugiau jėgų veikiamo kūno judėjimas (uždaviniai).

[1] DŽP – dirbtiniai Žemės palydovai.

Eil. Nr.	Anksčiau nagrinėtos temos	Nagrinėjama tema	Tema, kuri bus nagrinėjama vėliau
6.	Trajektorija, visuotinės traukos dėsnis, Niutono dėsniai, kūno koordinačių ir greičio skaičiavimo formulės (pagrindinio mechanikos uždavinio sprendimas).	**Sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimas: vertikaliai, horizontaliai, kampu į horizontą.**	Dalelės judėjimas magnetiniame lauke, DŽP judėjimas, reaktyvusis judėjimas.
7.	Sunkio, tamprumo, kūno svorio jėgos. Tolygiai kintamas lėtėjantis judėjimas: kelias, laikas, pagreitis.	**Trinties jėga. Trinties jėgos veikiamo kūno judėjimas.**	Kelių jėgų veikiamo kūno judėjimas horizontalia ir nuožulnia plokštuma. Susietųjų sistemų judėjimas.
		TVERMĖS DĖSNIAI	
1.	Mechaninis darbas. II Niutono dėsnis.	**Jėgos darbas ir kūno greičių kvadratų pokytis (kinetinės energijos teorema).**	Trinties, tamprumo, sunkio jėgos darbas, pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnis.
2.	Mechaninis darbas (bendroji darbo samprata). Sunkio jėga.	**Sunkio jėgos darbas.** $A = -(E_{p2} - E_{p1})$	Dalelių sąveika (potencinė energija). Elektrostatinio lauko darbas.
3.	Mechaninis darbas. Huko dėsnis.	**Tamprumo jėgos darbas. Tampriai deformuoto kūno potencinė energija.**	Svyruojamojo spyruoklinės svyruoklės judėjimo analizė energiniu požiūriu.
4.	Sunkio, tamprumo jėgos darbas.	**Pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnis.**	Mechaninių ir elektrinių svyravimų pagrindinių lygčių išvedimas. Fotoefekto pagrindinė lygtis. I termodinamikos dėsnis.
5.	Mechaninis darbas. Pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnis.	**Trinties jėgos darbas.**	Šiluminiai reiškiniai: molekulių šiluminio judėjimo priklausomybė nuo temperatūros. Vidinė energija.
		MECHANINIAI SVYRAVIMAI	
1.	Inercija. Tamprumo jėga. Periodas. Dažnis.	**Prie spyruoklės pritvirtinto kūno judėjimas.**	Elektriniai virpesiai.

Eil. Nr.	Anksčiau nagrinėtos temos	Nagrinėjama tema	Tema, kuri bus nagrinėjama vėliau
2.	Sunkio jėga. Kreivaeigis judėjimas.	**Matematinė svyruoklė.**	Elektrinių virpesių pagrindinė lygtis.
3.	Pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnis.	**Svyruojančio kūno energija.**	Elektrinių virpesių energija.
4.	Trinties jėgos veikimas.	**Mechaninis rezonansas.**	Elektrinis rezonansas.
	ŠILUMINIAI REIŠKINIAI		
1.	Atomo sandara. Kinetinė energija. Kūno impulsas (judesio kiekis).	**Pagrindiniai MKT teiginiai:** **– kūnai sudaryti iš dalelių;** **– dalelės sąveikauja;** **– dalelės netvarkingai juda.**	Elektrostatinė sąveika.
2.	II Niutono dėsnis, kūno impulsas, slėgis.	**Pagrindinė MKT lygtis.**	Energijos ir temperatūros sąryšis.
3.	Pagrindinė MKT lygtis	**Absoliutinė temperatūra.**	Idealiųjų dujų būsenos lygtis.
4.	Dujų slėgio priklausomybė nuo n ir T. Avogadro skaičius. Molinė masė.	**Idealiųjų dujų būsenos lygtis. Izoprocesai.**	I termodinamikos dėsnis.
5.	Mechaninė energija. Atomo sukamojo judėjimo vidutinė kinetinė energija. Atomų skaičiaus nustatymas. Temperatūra.	**Vidinė energija.**	Medžiagų agregatinių būsenų kitimas. Elektrolitinė disociacija.
6.	Darbas mechanikoje. Vidinė energija. III Niutono dėsnis. Slėgis. Izoterminis procesas.	**Darbas termodinamikoje.**	I termodinamikos dėsnis.
7.	Vidinė energija. Medžiagos sandara. Molekulių energijos priklausomybė nuo temperatūros.	**Šilumos kiekis.**	I termodinamikos dėsnis.

Eil. Nr.	Anksčiau nagrinėtos temos	Nagrinėjama tema	Tema, kuri bus nagrinėjama vėliau
8.	Šios lentelės šiluminių reiškinių skyriaus 4, 5, 6, 7 punktų 2 skiltis.	**I termodinamikos dėsnis.**	Šiluminių variklių veikimo principas. Šiluminių variklių naudingumo koeficientas.
9.	Dujų slėgio priklausomybė nuo temperatūros. Tankis. Koncentracija. Archimedo jėga. Skysčio slėgis. Pagrindiniai MKT teiginiai.	**Sotieji garai ir jų savybės. Hidrologiniai reiškiniai.**	Elektringų dalelių registravimo metodai. Vilsono kamera.
10.	Molekulių tarpusavio sąveika. Sunkio jėga.	**Paviršiaus įtempimo jėga.**	Kapiliariniai reiškiniai.
11.	Molekulių sąveikos jėgos. III Niutono dėsnis. Paviršiaus įtempimo jėga. Skysčio slėgis.	**Kapiliariniai reiškiniai.**	Kapiliarinių reiškinių reiškimasis gamtoje bei taikymas technikoje.
		ELEKTRA	
		ELEKTROSTATIKA	
1.	Atomo sandara.	**Kūnų įsielektrinimas. Įelektrinti kūnai.**	Elektrostatinė sąveika.
2.	Energijos tvermės dėsnis. Šilumos balanso lygtis. I termodinamikos dėsnis.	**Krūvio tvermės dėsnis.**	Elementariosios dalelės.
3.	Visuotinės traukos dėsnis.	**Kulono dėsnis.**	Atomo sandara.
4.	Žemės traukos jėgų laukas (gravitacinis).	**Elektrinis laukas.**	Magnetinis laukas. Sūkurinis elektrinis laukas.
5.	Elektrinis laukas.	**Elektrinio lauko stipris. Elektrinio lauko jėgų linijos.**	Magnetinio lauko stipris. Magnetinio lauko jėgų linijos.
6.	Atomo sandara. Jėgos momentas. Elektrinio lauko stipris.	**Dialektrikai elektrostatiniame lauke. Dialektrikų poliarizacija. Dialektrinė skvarba.**	Kondensatoriai. Jų talpos priklausomybė nuo dialekrinės skvarbos.

Eil. Nr.	Anksčiau nagrinėtos temos	Nagrinėjama tema	Tema, kuri bus nagrinėjama vėliau
7.	Mechaninis darbas. Kuloninė jėga. Sunkio jėgos darbas. Potencinė energija.	**Įelektrinto kūno potencinė energija vienalyčiame elektrostatiniame lauke. Elektrostatinio lauko darbas.**	Sūkurinio elektrinio lauko darbas.
8.	Elektrinio lauko stipris ir potencialas. Elektrinio lauko darbas.	**Elektrinio lauko stiprio ir potencialų skirtumo sąryšis. Ekvipotencialiniai paviršiai.**	Omo dėsnis grandinės daliai.
9.	Energijos tvermės dėsnis. Elektrinio lauko stipris. Vienalyčiame lauke esančio krūvio potencinė energija. Elektrinio lauko stiprio ir potencialų skirtumo sąryšis.	**Įkrauto kondensatoriaus energija.**	Virpesių kontūras.

7.4. Tarpdalykinė ir sociokultūrinė integracija mokant fizikos

Tarpdalykinė integracija – ugdymo principas, laiduojantis vieno dalyko turinio sąsajas su kitų dalykų turiniu. Projektuodami mokymo turinį, vadovėlių autoriai privalo atsižvelgti į tarpdalykinės integracijos principą. Šis principas yra vienas iš vadovėlio turinio kokybės vertinimo kriterijų ekspertuojant vadovėlius. Sudarant naujo fizikos vadovėlio XI klasei turinį, atsižvelgta į tarpdalykinės integracijos principą. Fizikos turinys derintas su matematikos, astronomijos, geografijos, chemijos, biologijos dalykų turiniu. Fizikos mokytojai, kūrybingai naudodami fizikos vadovėlį, gali papildyti linijinį fizikos mokymą integruoto mokymo elementais.

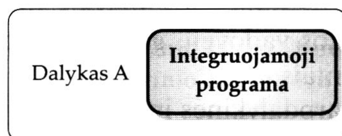
Be aptartos vidinės ir tarpdalykinės integracijos, yra dar viena integracijos rūšis – sociokultūrinė integracija. Tai mokymo principas, laiduojantis mokomojo dalyko turinio sąsajas su mokinio aplinka, visuomeniniu, moksliniu, kultūriniu kontekstu. Naujajame fizikos vadovėlyje taip pat sudarytos prielaidos sociokultūrinei integracijai. Kiekvieno fizikos skyriaus pabaigoje pateiktos apibendrinančios temos yra sociokultūrinio pobūdžio. Jose gausu informacijos apie mokslo, technikos laimėjimus, buityje taikomas technikos naujoves.

Vykdyti sociokultūrinę integraciją padeda integruojančios programos. Pirmosios integruojančios programos pasirodė praeito amžiaus devintame dešimtmetyje[1]. Universaliųjų programų turinį sudarė ekologinio ugdymo, etnokultūrinė, sveikos gyvensenos ugdymo ir kitos integruojančios programos. Šiuo metu paskelbtas naujas sociokultūrinę integraciją laiduojančių programų projektas[2] – integruojančios (papildančios) programos. Tai programos, įprasminančios ugdymo turinį ir laukiamus rezultatus, atsižvelgiant į sociokultūrinio gyvenimo aktualijas ir su jomis susijusius švietimo poreikius.

Kaip ir ankstesnės universaliosios, taip ir Integruojamosios programos papildo Bendrąsias programas, atspindėdamos žinių ir informacinės visuomenės pokyčius įvairiuose kontekstuose: socialiniame, ekonominiame, kultūriniame. Integruojamųjų programų įvade teigiama, kad pagal ES švietimo dokumentus bendrasis privalomasis ugdymas turi suformuoti asmens kompetencijos, t. y. gebėjimo komunikuoti gimtąja ir užsienio kalba, matematinio, gamtamokslinio ir technologinio raštingumo, informacinių komunikacinių gebėjimų, mokėjimo mokytis, tarpasmeninės ir pilietinės kompetencijos, verslumo, kultūrinės kompetencijos pagrindus.

Integruojamąsias programas taikant fizikos edukacinėje praktikoje, aktualizuojamas fizikos mokymo turinys, atsižvelgiama į profesinei karjerai ir socialinei integracijai būtinų kompetencijų plėtotę, numatomos fizikos mokymo turinio sąsajos su šalies, Europos Sąjungos, pasaulio kultūrinės ir techninės raidos tendencijomis. Mokant fizikos galima rinktis šias integruojamąsias programas: Mokymosi mokytis, Komunikavimo ir informacinių komunikacinių technologijų (toliau IKT), Pilietiškumo, Verslumo, Darnaus vystymosi ir Kultūrinio sąmoningumo.

Integruojamųjų programų pasirinkimą ir jų taikymo metodikas fizikos edukacinėje praktikoje lemia mokytojo didaktinis pasirengimas, praktinio darbo patirtis. Be to, svarstant, kokį integravimo būdą pasirinkti, derėtų atsižvelgti į integruojamųjų programų metodines rekomendacijas. Jose siūlomi keli integruojamųjų programų taikymo variantai. Pats paprasčiausias – kai integruojamoji programa įtraukiama į vieną dalyką (6 pav.). Šio integravimo būdo privalumas tas, kad fizikos mokytojui paprasčiau pasirengti pamokoms, nerei-



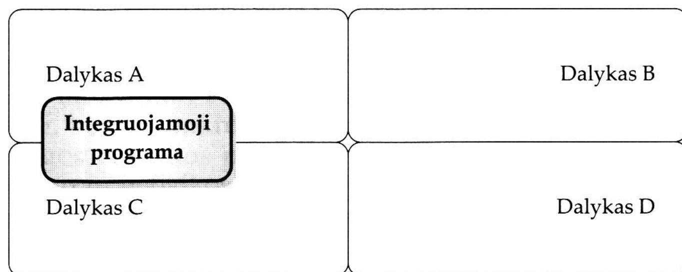
6 pav. Integruojamosios programos naudojimas dėstant vieną mokomąjį dalyką

[1] Universaliosios ugdymo programos.

[2] Integruojančios (papildančios) programos. Prieiga per internetą adresu: http://www.pedagogika.lt/puslapis/Gaires.doc

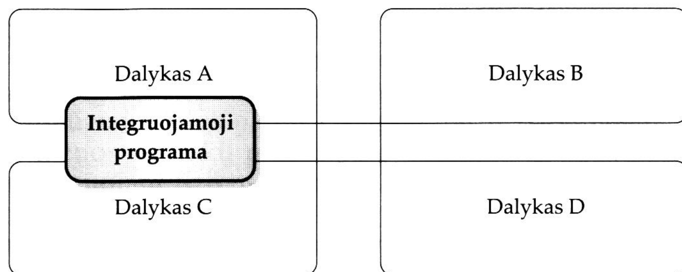
kia koordinuoti savo veiklos su kitų mokytojų darbu. Trūkumas tas, kad pateikiamas vieno dalyko aspektu nagrinėjamas požiūris, pasigendama platesnės perspektyvos, sunkiau formuoti vientisą pasaulėvaizdį.

Vieną integruojamąją programą galima naudoti ir mokant kelių skirtingų dalykų (7 pav.). Taikyti vieną integruojamąją programą įvairių dalykų kontekste yra sudėtingiau, nes fizikos mokytojui tenka derinti ir ugdymo turinį, ir dirbti komandoje su kitų dalykų mokytojais. Šiuo integravimo būdo privalumas tas, kad sudaromos geresnės prielaidos bendrosioms ir dalykinėms kompetencijoms ugdyti. Taikant vieną integruojamąją programą kelių dalykų mokyme, geriau formuojamas vientisas pasaulėvaizdis, neapkraunama mokinių atmintis pasikartojančiais dalykais – komandoje dirbantys mokytojai nebemoko to, ką mokiniai išmoko per kitų dalykų pamokas.



7 pav. Vienos integruojamosios programos naudojimas dėstant kelis mokomuosius dalykus

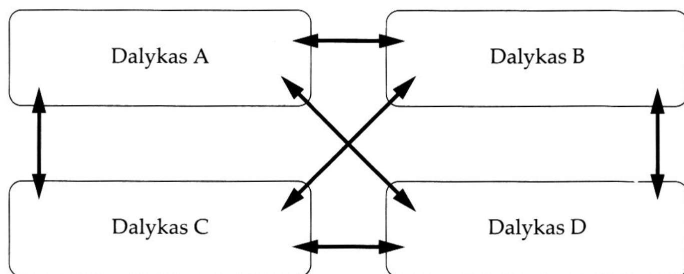
Integruojamųjų programų įvade paminėtas dar vienas integravimo būdas, kai integruojamoji programa jungia kelis dalykus ir virsta atskiru dalyku (8 pav.). Tačiau šis integravimo būdas priklauso ne tik nuo mokytojų didaktinės parengties, bet ir nuo geros vadybos ir dalykų derinimo. Taikant šį integravimo būdą, dažnai iškyla vertinimo problemos.



8 pav. Integravimo būdas, kai integruojamoji programa jungia kelių dalykų temas ir virsta atskiru dalyku

Sudėtingiausia integruojamąją programą panaudoti tada, kai ji įtraukiama į visus dalykus ir daugelį mokyklos gyvenimo sričių (9 pav.). Integruojamųjų

programų gairėse pabrėžiama, kad šiuo atveju reikalingas visų mokyklos mokytojų bendradarbiavimas, bendras veiklos planavimas, efektyvi komunikacijos sistema.



9 pav. Integruojamoji programa įtraukiama į visus dalykus ir į mokyklos gyvenimą

8. Dienos pamokų planų struktūros ir turinio metodinis pagrindimas

Pamokos planas – pagrindinis mokytojo orientyras pamokoje, jis reikalingas kiekvienam mokytojui. Pamokos planas turi būti pritaikytas ne tik pamokos tipui, temai, bet ir konkrečiai klasei. Gerai parengti mokytojo darbo planai yra sėkmingos pamokos prielaida.

Pamokų, tarp jų ir fizikos, tipologija didaktikoje yra kintama. Vieni autoriai pamokos tipologijos pagrindu siūlo imti vyraujantį mokymo metodą, kiti – didaktinius tikslus, mokymo situacijų rūšis ir pan. Mūsų manymu, palankiausia pamokų klasifikacija pagal pamokų didaktinius tikslus. Remdamosi šiuo pagrindu, išskiriame tokius pamokų tipus:

- naujos medžiagos perėmimo pamokos;
- žinių įtvirtinimo ir apibendrinimo pamokos;
- mokėjimų bei įgūdžių formavimo pamokos;
- žinių tikrinimo pamokos.

Šiame leidinyje pateikiami išsamūs naujos medžiagos perteikimo pamokų planų projektai. Tuo tarpu žinių įtvirtinimo, mokėjimų ir įgūdžių formavimo pamokoms pateikiamos tik rekomendacinio pobūdžio gairės. Taip nusprendėme todėl, kad žinių apibendrinimo, mokėjimų ir įgūdžių formavimo pamokų turinį daugiausia lemia klasės specifika: mokinių mokymosi motyvacija, pažintinės galimybės, įgytos žinios, mokėjimai, įgūdžiai. Todėl žinių apibendrinimo, mokėjimų ir įgūdžių formavimo pamokų turinį geriausiai gali planuoti dalyko mokytojas, atsižvelgdamas į anksčiau minėtus veiksnius. Šių tipų pamokų planuose palikta daugiau vietos planų koregavimui ir papildymui.

Leidinyje dienos pamokų planai pateikiami tokiu pat nuoseklumu, koks buvo taikytas planuojant fizikos pamokas pagrindinėje mokykloje. Kiekvienos fizikos pamokos dienos planą sudaro:

- pamokos numeris ir pamokos pavadinimas;
- pamokos tikslai;
- orientuojantys teiginiai frontaliai apklausai;
- probleminis įvadas;
- naujos pamokos turinys;
- apibendrinimas;
- namų darbų užduotys;
- demonstravimas.

9. Dienos pamokų planų projektai

ĮVADINĖ PAMOKA

PAMOKOS TEMA: **Metodologiniai fizikos klausimai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Paaiškinti metodologijos sąvoką.
2. Taikant vidinę integraciją, priminti, kaip buvo apibrėžiamas fizikos tyrimo objektas pagrindinėje mokykloje.
3. Remiantis filosofine materijos samprata, apibrėžti fizikos tyrimo objektą.
4. Priminti tyrimo metodus, taikomus fizikos moksle.
5. Supažindinti su pagrindiniais fizikos mokslo istorijos faktais pasaulyje ir Lietuvoje.

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys

Prisimindami pagrindinės mokyklos fizikos kursą, apibrėžkite:

- ką tiria fizika;
- kokios pagrindinės fizikos mokslo šakos;
- kaip fizika susijusi su kitais gamtos mokslais;
- kokia fizikos mokslo reikšmė technikai, buičiai;
- kokios pagrindinės mūsų laiko ekologinės problemos ir kaip jos susijusios su fizikos mokslo raida.

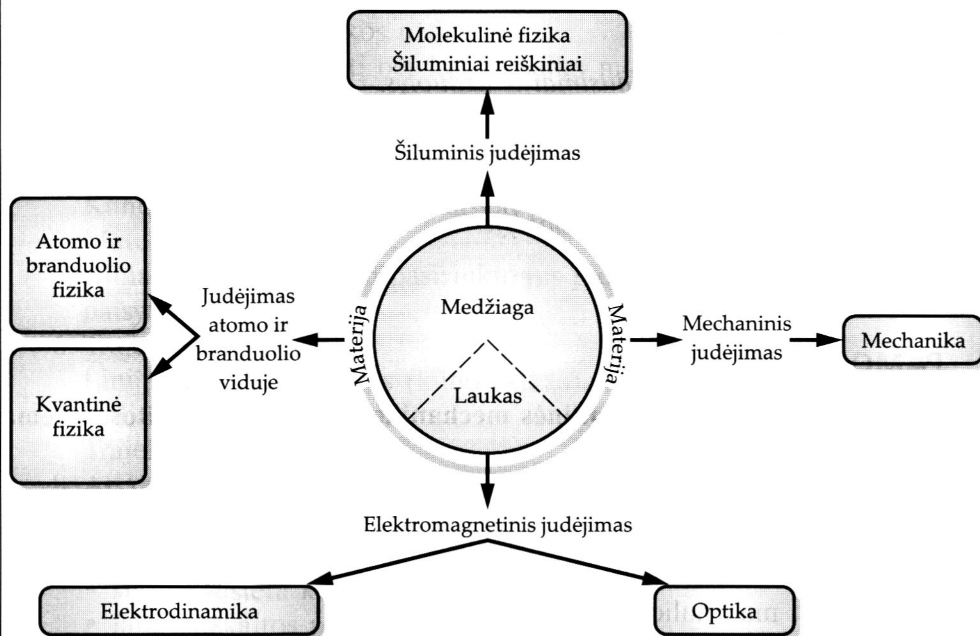
Probleminis įvadas

Pradedame aukštesnį fizikos mokymosi koncentrą. Per dvejų metų laikotarpį vidurinėje mokykloje dar kartą išeisite visą fizikos kursą nuo mechanikos iki atomo branduolio. Prieš pradėdami nagrinėti fizikinius klausimus, grįžkite prie fizikos mokslo sampratos: objekto, pažinimo metodų, fizikos mokslo raidos. Tai turėtų padėti apibendrinti pagrindinėje mokykloje išeitą fizikos kursą, suprasti fizikos kurso struktūros loginę sąrangą bei patį fizikos turinį.

II. Naujos pamokos turinys

1. Metodologija [gr. *methodos* – (tyrinėjimas) + *logos* (žodis)] – filosofijos šaka, nagrinėjanti principų ir būdų sistemą, taikomą mokslinio pažinimo procese, nustatant jo kryptį, eksperimentų atlikimo būdus, remiantis jau turimomis žiniomis apie pasaulį, pažinimo procesą ir sprendžiamą problemą. ***Metodologija – pažinimo logika, nurodanti, kuo pagrįstas metodo pasirinkimas.***

2. Skiriami keturi mokslo metodologijos lygmenys:
   - filosofinis,
   - bendramokslinis,
   - konkretus mokslinis,
   - mokslinio tyrimo metodikos ir technikos.
3. Metodologiniai fizikos klausimai nagrinėjami tokiu nuoseklumu:
   - fizikos tyrimo objektas;
   - fizikos tyrimo metodai;
   - fizikos mokslo struktūra: faktai, dėsningumai, dėsniai, teorijos;
   - fizikos mokslo raida pasaulyje;
   - fizikos mokslo raida Lietuvoje.
4. Fizikos tyrimo objektas ir fizikos mokslo struktūra aiškinama remiantis schema:



- Fizikos tyrimo objektas – materija.

- Pagrindinė materijos savybė – judėjimas.
- Fizika tiria mechaninį judėjimą, šiluminį judėjimą, judėjimą atomo ir branduolio viduje, elektromagnetinį judėjimą. Kiekvieną materijos judėjimo rūšį tiria atskira fizikos mokslo šaka.

5. Žmogaus pojūčiai – informacijos apie pasaulį šaltinis. Tačiau pojūčiais žmogus gauna mažai informacijos apie pasaulį.
6. Fizikos tyrimo metodai:
   - stebėjimas;
   - fizikinis eksperimentas.
7. Fizikos mokslo komponentai
   - Fizikos dėsniai – gamtoje pasireiškiančių bendrųjų dėsningumų, kurie atsiskleidžia tam tikromis sąlygomis atliekant eksperimentą, aprašymas.
   - Mokslinė teorija – mokslinių hipotezių, postulatų, dėsnių visuma.
8. Fizikinis modelis – supaprastinta fizikinė schema, išlaikanti esmines savo savybes.
9. Fizikos mokslo raida pasaulyje ir Lietuvoje.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Iš fizikos vadovėlio. Įvadas.

IV. Namų darbai

Žodžiu: Įvadas. Įvado klausimai ir užduotys.
Raštu: projektai, kurių temos galėtų būti:

- *Fizikos mokslo raida Lietuvoje.*
- *Fizikos mokslo naujovės Lietuvoje.*
- *Fizikos mokslo naujovės pasaulyje.*

Demonstravimas

PAMOKOS NR. 1/1

PAMOKOS TEMA: **Pagrindinės mechanikos sąvokos. Atskaitos sistema**

PAMOKOS TIKSLAI

1. Supažindinti su mechaninio judėjimo samprata.
2. Paaiškinti pagrindinį mechanikos uždavinį.
3. Supažindinti su slenkamojo judėjimo samprata.
4. Paaiškinti materialiojo taško fizikinę prasmę.
5. Supažindinti su įvairiomis atskaitos sistemomis.
6. Paaiškinti, kuo skiriasi kelias nuo poslinkio.
7. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- fizikos tyrimo objektas;
- fizikos tyrimo metodai;
- fizikos dėsnis;
- mokslinė hipotezė;
- fizikinis modelis;
- žinomiausi fizikai.

Probleminis įvadas

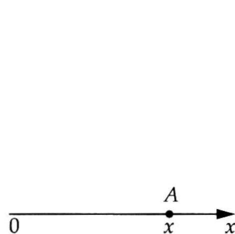
Savo aplinkoje matome daug įvairių judančių kūnų. Nuolatos stebime einančius žmones, važiuojančias mašinas, svyruojančius medžius, todėl mums svarbu žinoti, kokie fizikiniai dydžiai apibūdina šių kūnų judėjimą, nuo ko šie dydžiai priklauso. Nagrinėjant kūnų judėjimą svarbu žinoti, kur yra kūnas tam tikru laiko momentu, kokį atstumą jis nuvažiavo, kiek laiko truko judėjimas. Šioje pamokoje išsiaiškinsime pagrindines sąvokas, apibūdinančias mechaninį kūnų judėjimą.

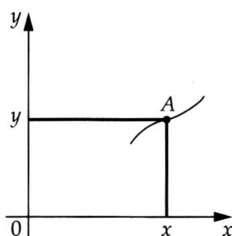
II. Naujos pamokos turinys

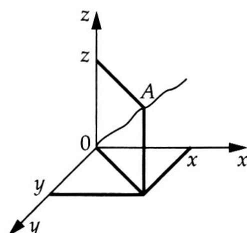
1. Mechanika.
   Fizikos mokslo šaka, nagrinėjanti fizikinių kūnų judėjimą.
2. Pagrindinis mechanikos uždavinys.
   Nustatyti kūno padėtį bet kuriuo laiko momentu.
3. Mechaninis judėjimas.
   Kūno padėties kitimas erdvėje kitų kūnų atžvilgiu bėgant laikui.
4. Slenkamasis judėjimas.
   Kūno judėjimas, kai visi jo taškai juda vienodai.
5. Materialus taškas.
   Kūnas, kurio matmenų pasirinktomis judėjimo sąlygomis galima nepaisyti.
6. Trajektorija.
   Linija, kuria juda kūnas (kūno taškas).
7. Kelias.
   Trajektorijos ilgis.
8. Atskaitos sistema.
   Atskaitos sistemą sudaro:
   - atskaitos kūnas,
   - su juo susieta koordinačių sistema,
   - laiko atskaitos pradžia.

Kūnas juda:

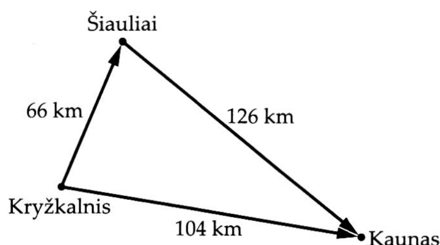
- tiese,
- plokštuma,
- erdvėje.







9. Poslinkis. Kryptinė tiesės atkarpa, jungianti pradinę kūno (materialiojo taško) padėtį su jo galine padėtimi.



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Fizikos vadovėlio 1/1 užduotys: ______________________

____

Fizikos pratybų pirmojo sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Fizikos vadovėlio 1/1 užduotys: ______________________

____

Fizikos pratybų pirmojo sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Mechaninio judėjimo demonstravimas naudojant parankinius daiktus.

PAMOKOS NR. 1/2

PAMOKOS TEMA: **Vektoriaus samprata**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Paaiškinti vektorinio dydžio sąvoką.
2. Paaiškinti, kuo skiriasi vektorinis dydis nuo skaliarinio.
3. Pakartoti, kaip koordinačių ašyse randama vektoriaus projekcija.
4. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

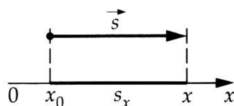
- mechaninis judėjimas;
- slenkamasis judėjimas;
- materialusis taškas;
- atskaitos sistema;
- kelias ir poslinkis.

Probleminis įvadas

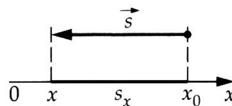
Fizikos mokslas ilgą laiką vertėsi be vektorių. Nagrinėdami judantį kūną, kalbame ne šiaip sau apie judėjimą. Kūnas visuomet juda kur nors, kuria nors kryptimi. Norint rasti naują kūno padėtį, reikia žinoti ne tik skaitinę dydžio vertę, bet ir jo kryptį, todėl šiandien ir kalbėsime apie vektorinius dydžius.

II. Naujos pamokos turinys

1. Skaliariniai dydžiai.
   Dydžiai, kurių prasmė nesikeičia nenurodžius krypties.
2. Vektoriniai dydžiai.
   Dydžiai, kurie apibrėžiami jų skaitine verte bei kryptimi.

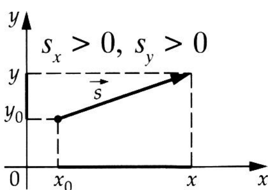


$s_x = s$; $x = x_0 + s$;

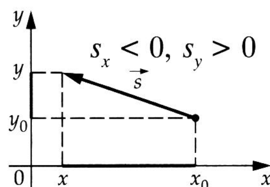


$s_x = -s$; $x = x_0 - s$.

3. Vektoriaus projekcija.
   Atkarpa, jungianti vektoriaus pradžios ir pabaigos taškų projekcijas.



$s_x = x - x_0$,
$s_y = y - y_0$,
$x = x_0 + s_x$,
$y = y_0 + s_y$.



- Projekcija laikoma teigiama, jeigu nuo vektoriaus pradžios projekcijos prie jo galo projekcijos reikia eiti ašies kryptimi, ir neigiama – priešingu atveju.

Veiksmai su vektoriaus ir jų projekcijomis:
– vektorių sudėtis, }
– vektorių atimtis, }
– vektoriaus daugyba iš skaliaro.

- Vektorių sumos (skirtumo) projekcija lygi projekcijų sumai (skirtumui).

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 1.3 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 2 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 1.3 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 2 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 1/3

PAMOKOS TEMA: **Veiksmai su vektoriais**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Priminti ir gilinti vektoriaus sampratą.
2. Taikant vidinius integracinius ryšius, priminti veiksmus su lygiagrečiais vektoriais.
3. Paaiškinti vektorių sudėtį pagal trikampio, lygiagretainio taisyklę.
4. Paaiškinti vektorių atimtį pagal trikampio taisyklę.
5. Paaiškinti, kaip rasti vektorių sumos projekciją.

PAMOKOS EIGA

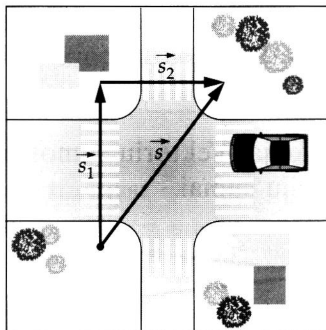
I. Frontalios apklausos turinys:

- skaliariniai dydžiai;
- skaliarinių dydžių pavyzdžiai;

- vektoriniai dydžiai;
- vektorinių dydžių pavyzdžiai.

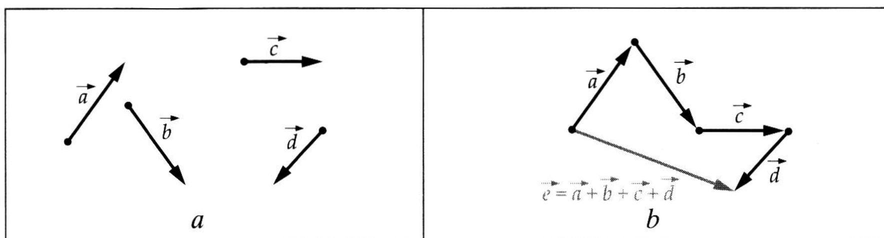
Probleminis įvadas

Probleminiam įvadui siūloma naudoti paragrafo pradžioje pateiktą pavyzdį apie sankryžos perėjimą dviem būdais.

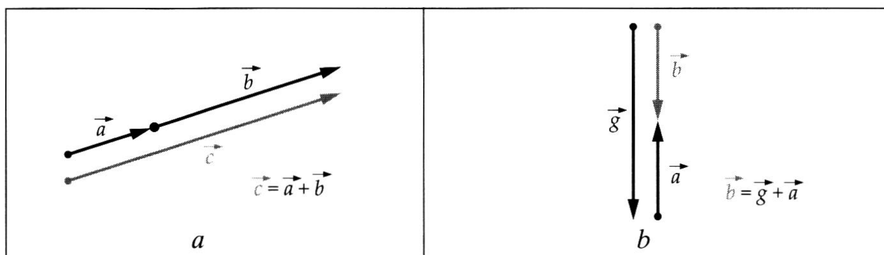


II. Naujos pamokos turinys

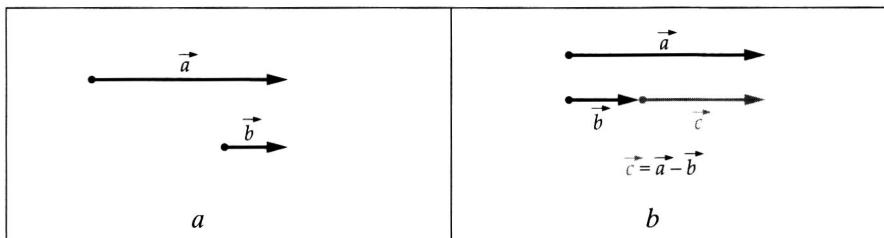
1. Vektorių sudėtis pagal trikampio taisyklę.
   Sudedant vektorius pagal trikampio taisyklę, prie pirmojo vektoriaus galo pridedama antrojo vektoriaus pradžia, išlaikant ankstesnę jo kryptį. Vektorius, jungiantis pirmojo vektoriaus pradžią su antrojo galu, yra šių vektorių suma.



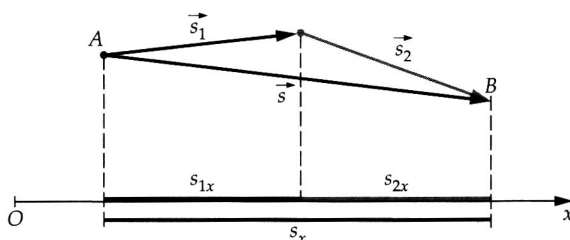
2. Trikampio taisyklė taikoma sudedant ir lygiagrečiuosius, t. y. kolineariuosius vektorius.



3. Vektorių atimtis. Vektorių *a* ir *b* atimtimi vadiname tokį vektorių *c*, kurį sudėję su vektoriumi *b*, gautume vektorių *a*.



4. Vektorių sumos projekcija. Vektorių sumos projekcija yra lygi dedamųjų vektorių projekcijų sumai.



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 1.4. ______________________

____

Raštu: iš fizikos uždavinyno ______________________

____

IV. Namų darbai

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 1.4. ______________________

____

Raštu: iš fizikos vadovėlio klausimai ir užduotys ______________________

____

Demonstravimas

PAMOKOS NR. 1/4

PAMOKOS TEMA: **Tolyginis tiesiaeigis judėjimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su tiesiaeigio tolyginio judėjimo samprata.
2. Paaiškinti tiesiaeigio tolyginio judėjimo greičio sąvoką.
3. Prisiminti greičio matavimo vienetus.
4. Prisiminti greičio matavimo vienetų pavertimą SI sistemos vienetais.
5. Išnagrinėti pagrindinę kinematinę kūno judėjimo lygtį.
6. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- vektoriniai dydžiai;
- skaliariniai dydžiai;
- vektorių projekcija;
- vektorių sudėtis;
- vektorių atimtis.

Probleminis įvadas

Judėjimas yra viena svarbiausių fizikos temų, o šios srities žinių taikymas itin svarbus kasdieniame gyvenime. Pavyzdžiui, norėdami saugiai valdyti transporto priemones, vairuotojai turi žinoti, kokiu greičiu juda jų automobiliai. Tačiau jų judėjimas yra labai sudėtingas. Stebėdami automobilį kelionės metu, matome, kad jis daug kartų gali keisti judėjimo greitį ir kryptį. Dažnai matome skrendantį paukštį, einantį žmogų, krintančias snaiges. Visais šiais atvejais galima sakyti, kad kūnas juda. Kūnai juda skirtingai. Vienų kūnų greitis laikui bėgant kinta, kitų yra pastovus. Pradėkime nagrinėti pačią paprasčiausią judėjimo rūšį – tolyginį tiesiaeigį judėjimą.

II. Naujos pamokos turinys

1. Tiesiaeigis tolyginis judėjimas.
   Kūno judėjimas tiesia trajektorija, kai jo poslinkiai per bet kuriuos lygius laiko tarpus yra vienodi.
2. Tolyginio tiesiaeigio judėjimo greitis.
   Dydis, lygus kūno poslinkio per bet kurį laiko tarpą ir to laiko tarpo santykiui:
   $$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}.$$
3. Tolygiai judančio kūno poslinkis.
   $$\vec{s} = \vec{v} \cdot t.$$

4. Kinematinė kūno judėjimo lygtis.

$$x = x_0 + v_x \cdot t$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 1.5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 1.5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys ______________________

____

Demonstravimas

1. Tiesiaeigis ir kreivaeigis judėjimas, tolyginis judėjimas – DBK-9 m-2a; m-2a-3, m-2a-4.

PAMOKOS NR. 1/5

PAMOKOS TEMA: **Grafinis tolyginio tiesiaeigio judėjimo vaizdavimas. Uždavinių sprendimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Prisiminti tiesinės funkcijos grafiką.
2. Išmokti braižyti judėjimo grafiką (koordinatės priklausomybė nuo laiko).
3. Išmokti braižyti greičio grafiką.
4. Ugdyti gebėjimą spręsti uždavinius, taikant greičio ir poslinkio formules.
5. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- tolygiai ir tiesiai judančio kūno poslinkis;
- tolygiai ir tiesiai judančio kūno greitis;
- greičio matavimo vienetai;
- kinematinė kūno judėjimo lygtis.

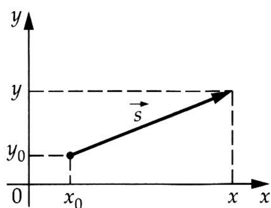
Probleminis įvadas

Judantys kūnai erdvėje užima vis naują padėtį. Norint susidaryti išsamesnį vaizdą apie automobilio judėjimą, reikia žinoti jo padėtį skirtingais laiko momentais. Kad būtų vaizdžiau, judėjimą galima pavaizduoti grafiškai. Tam naudojami kūno judėjimo ir greičio grafikai, kuriuos ir nagrinėsime šioje pamokoje.

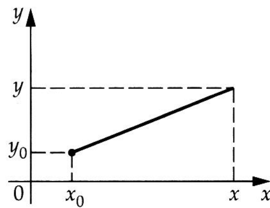
II. Naujos pamokos turinys

1. Tolygiai ir tiesiai judančio kūno:

- poslinkis



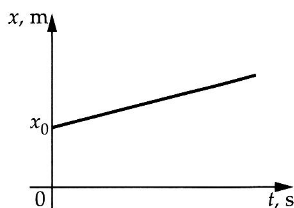
- trajektorija



2. Judėjimo grafikas (koordinatės priklausomybė nuo laiko):

- bendras pavidalas

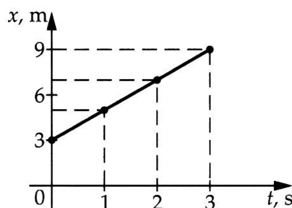
$x = x_0 + v_x t$;



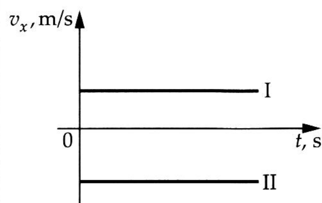
t, s	x, m
0	3
1	5
2	7
3	9

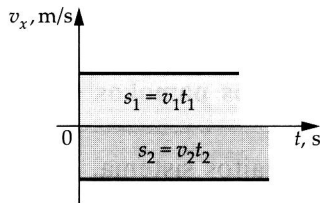
- konkretus atvejis

$x = 3 + 2t$;



3. Greičio radimas iš judėjimo grafiko.
4. Greičio grafikas:





5. Poslinkio modulio radimas iš greičio grafiko.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 1.5 skyrelio užduotys: ________________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 1.5 skyrelio užduotys: ________________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys ____________________

____

PAMOKOS NR. 1/6

PAMOKOS TEMA: **Mechaninio judėjimo reliatyvumas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Prisiminti, kas tai yra atskaitos sistema.
2. Paaiškinti rimties reliatyvumą.
3. Prisiminti vektorių sudėties taisyklę.
4. Išsiaiškinti greičių sudėties taisyklę.
5. Ugdyti gebėjimą teorines žinias taikyti praktikoje.
6. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- atskaitos sistema;
- vektorių sudėties taisyklė.

Probleminis įvadas

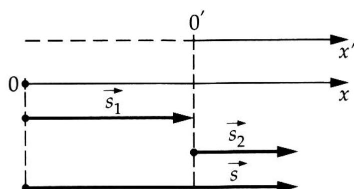
Turbūt kiekvienam teko patirti, kaip sunku, žiūrint pro traukinio langą į šalia pravažiuojantį traukinį, nustatyti, kuris traukinys juda, o kuris stovi. To paties kūno padėtį ar judėjimą galima nagrinėti įvairiose atskaitos sistemose. Akivaizdu, kad jie bus skirtingi. Fizikos moksle reliatyvumo sąvoka taip pat reiškia skirtingumą.

II. Naujos pamokos turinys

1. Atskaitos sistema.
2. Rimtis yra reliatyvi.
3. Judėjimas reliatyvus:

- skirtingos trajektorijos;
- skirtingi greičiai;
- skirtingi poslinkiai.

4. Poslinkių sudėtis:



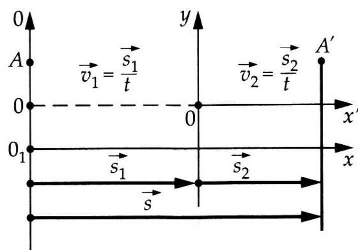
$\vec{s}$ – kūno poslinkis Žemės atžvilgiu;

$\vec{s}_1$ – judančios sistemos poslinkis Žemės atžvilgiu;

$\vec{s}_2$ – kūno poslinkis judančios sistemos atžvilgiu.

$$\boxed{\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2.}$$

5. Greičių sudėtis:



$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2;$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t};$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t};$$

$$\boxed{\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.}$$

- Kūno greitis nejudančios koordinačių sistemos atžvilgiu lygus geometrinei sumai dviejų greičių: kūno greičio judančios koordinačių sistemos atžvilgiu ir pačios judančios sistemos greičio nejudančios sistemos atžvilgiu.
- Užrašant projekcijomis $v_x = v_{1x} + v_{2x}$.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 1.6 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 1.6 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Judėjimo reliatyvumas, poslinkių sudėtis –
DBK-9 m-1b-2, m-1b-3, m-3a-1, m-3a-2, m-3b-1, m-3b-2.

PAMOKOS NR. 1/7

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su tiesiaeigiu tolyginiu judėjimu.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ____

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Valtis plaukia upe per tirštą rūką. Ar galės valtyje sėdintis žvejys nustatyti jos judėjimo kryptį? Kodėl?
2. Kūnas pasislinko iš taško, kurio koordinatės x_1 = 2 m, y_1 = 3 m, į tašką, kurio koordinatės x_2 = 3 m, y_2 = –2 m. Nubraižykite brėžinį ir, remdamiesi juo, raskite kūno poslinkį (vektorių) bei jo projekcijas koordinačių ašyse.
3. Už ką mokame važiuodami taksi: už kelią ar poslinkį?
4. Kūnų judėjimą apibūdina lygtys $x_1 = 8\ t$ ir $x_2 = 60 - 6\ t$. Nubraižykite priklausomybės $x = x(t)$ grafikus. Nustatykite kūnų susitikimo vietą ir laiką.
5. Plaukiančio laivo deniu rieda rutulys. Ar jo judėjimas kranto atžvilgiu bus toks pat, koks atrodo denyje stovinčiam stebėtojui? Kodėl?

II variantas

1. Į Vilnių iš Klaipėdos atvyko traukinys. Ar tokį pat kelią nuvažiavo jo lokomotyvas ir paskutinis vagonas? Ar galima traukinį laikyti materialiuoju tašku? Kodėl?
2. Turistų grupė iš pradžių nuėjo 500 m vakarų kryptimi, paskui – dar 300 m į pietus ir vėliau – 200 m į rytus. Grafiškai nustatykite turistų poslinkį (kryptį ir modulį).
3. Tinklinio kamuolys, nukritęs iš 5 m aukščio, atšoko nuo žemės ir vėl pakilo į 2 m aukštį. Kokį kelią nuėjo kamuolys ir koks buvo jo poslinkis?

4. Sunkvežimio judėjimas apibūdinamas lygtimi $x_1 = -140 + 10$ t, o pėsčiojo, einančio to paties kelio pakraščiu, lygtimi $x_2 = -1{,}2$ t. Nubraižykite kūnų judėjimo grafikus ir, remdamiesi jais, nurodykite sunkvežimio bei pėsčiojo padėtį pradiniu laiko momentu. Kokiu greičiu ir kuria kryptimi judėjo sunkvežimis ir pėsčiasis? Kada ir kur jie susitiko?
5. Ar gali kylančiame metro eskalatoriuje stovintis žmogus nejudėti atskaitos sistemos, susietos su Žeme, atžvilgiu? Kodėl?

III variantas

Pagal *P. Pečiuliauskienės* Fizikos pratybos XI kl. I d. 1–3 temas.

PAMOKOS NR. 2/1

PAMOKOS TEMA: **Netolygiai judančio kūno greitis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su netolyginio judėjimo sąvoka.
2. Išnagrinėti realiame gyvenime vykstančių judėjimų pavyzdžius.
3. Išsiaiškinti, kas tai yra vidutinis greitis.
4. Išsiaiškinti, kas tai yra momentinis greitis.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

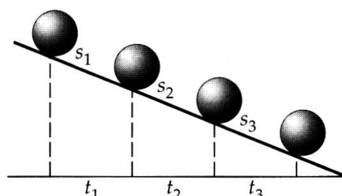
Probleminis įvadas

Mes išnagrinėjome tiesiaeigį tolyginį judėjimą. Iš tikrųjų toks judėjimas mūsų aplinkoje pasitaiko gana retai. Pavyzdžiui, stebėdami mašinų judėjimą gatvėje, galime nesunkiai įsitikinti, kad automobilių greitis kinta. Mūsų ėjimas į mokyklą, pasivaikščiojimas gatvėje, judėjimas mokyklos koridoriumi ar kūno kultūros pamokoje negali būti priskiriamas prie tiesiaeigio tolyginio judėjimo, nes kūno greitis laikui bėgant kinta, taigi per lygius laiko tarpus kūnas pasislenka nevienodai. Todėl norint tiksliai nustatyti kūno buvimo vietą reikalingi nauji dydžiai.

II. Naujos pamokos turinys

1. Netolyginis judėjimas
Kai kūno poslinkiai per lygius laiko tarpus nėra vienodi.

$$t_1 = t_2 = t_3,\ s_1 < s_2 < s_3.$$



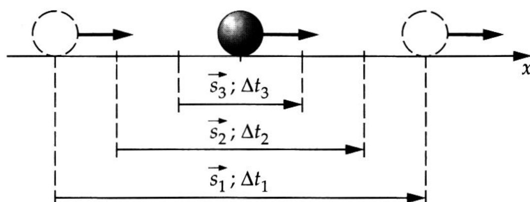
2. Vidutinis greitis.

Kai kūnas juda netolygiai, skaičiuojamas vidutinis jo greitis. Vidutinis greitis apskaičiuojamas dalijant kūno nueitą kelią iš jo judėjimo laiko. Vidutinio greičio modulis rodo, kokio ilgio kelią kūnas vidutiniškai nueina per laiko vienetą.

$\vec{v}_{vid} = \frac{\vec{s}}{t}$; $\vec{s} = \vec{v}_{vid}t$; $\bar{v}_{vid} = \frac{l}{t}$. $s = l$; čia l – nueitasis kelias.

3. Momentinis greitis.

Kūno greitis konkrečiu laiko momentu arba kuriame nors trajektorijos taške.



- Momentinis greitis, arba greitis kuriame nors taške, lygus pakankamai mažo poslinkio trajektorijos ruože, esančiame prie to taško, ir trumpo laiko tarpo, per kurį atliekamas tas poslinkis, santykiui.

Momentinis greitis yra vektorinis dydis. Jo kryptis sutampa su poslinkio kryptimi. Spidometras – tai prietaisas, kuris parodo judančio kūno momentinio greičio modulį.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 2.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 4 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 2.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 4 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Momentinio greičio radimas – DBK-9 m-4a-4, m-4a-5, m-4a-6.

PAMOKOS NR. 2/2

PAMOKOS TEMA: **Tolygiai kintamai judančio kūno greitis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti netolygiai kintamą judėjimą.
2. Išsiaiškinti tolygiai kintamą judėjimą.
3. Formuoti pagreičio sąvoką.
4. Supažindinti su pagreičio matavimo vienetais.
5. Išsiaiškinti, kuo skiriasi tolygiai greitėjantis judėjimas nuo tolygiai lėtėjančio judėjimo.
6. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- netolyginis judėjimas;
- vidutinis greitis;
- momentinis greitis.

Probleminis įvadas

Išsiaiškinome, kad netolygiai judančio kūno greitis nuolat kinta. Kartais netolygiai judančio kūno greitis per lygius laiko tarpus pakinta vienodai, kartais – skirtingai. Savo aplinkoje dažniausiai matome kūnus, kurių greitis per lygius laiko tarpus kinta nevienodai. Mieste sunku tolygiai didinti ir mažinti automobilio greitį, sunku vienodu greičiu eiti mokyklos koridoriumi. Šiandien ir panagrinėsime, ką turėtume žinoti, norėdami aprašyti mums žinomus judėjimus.

II. Naujos pamokos turinys

1. Netolyginis judėjimas.
   Judėjimas, kurio metu kūno greitis per bet kuriuos lygius laiko tarpus pakinta nevienodai.
2. Tolygiai kintamai judančio kūno pagreičiu vadinamas pastovus dydis, lygus kūno greičio pokyčio ir laiko, per kurį tas pokytis įvyko, santykiui:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t};$$ $$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t};$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t;$$ $$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

3. Pagreitis – vektorinis dydis.

4. $[a] = 1$ m/s^2. SI sistemoje pagreičio vienetu laikomas pagreitis tokio tolygiai kintamai judančio kūno, kai per 1 s jo greitis pakinta 1 m/s.
5. Greitėjantysis judėjimas, kai $a_x > 0$,
   lėtėjantysis judėjimas, kai $a_x < 0$.
6. Visose atskaitos sistemose, judančiose viena kitos atžvilgiu tiesiai ir tolygiai, kūno pagreitis vienodas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 2.2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 4 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 2.2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 4 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 2/3

PAMOKOS TEMA: **Tolygiai kintamai judančio kūno poslinkis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti, kaip apskaičiuojamas tolygiai kintamai judančio kūno poslinkis.
2. Išsiaiškinti, kaip apskaičiuojama tolygiai kintamai judančio kūno koordinatė.
3. Ugdyti gebėjimą apskaičiuoti tolygiai kintamai judančio kūno poslinkį ir koordinatę.
4. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

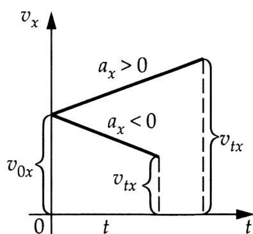
- netolyginis judėjimas;
- tolyginis judėjimas;
- tolygiai judančio kūno pagreitis;
- pagreičio vienetai;
- tolygiai greitėjantis judėjimas;
- tolygiai lėtėjantis judėjimas.

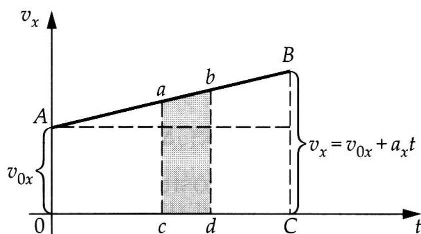
Probleminis įvadas

Pagrindinis mechanikos uždavinys – nustatyti kūno padėtį bet kuriuo laiko momentu. Mes jau išsiaiškinome, kad mechaninis judėjimas labai įvairus: kūnai gali judėti skirtingomis trajektorijomis, lėčiau arba greičiau. Norint išspręsti pagrindinį mechanikos uždavinį, reikia mokėti tiksliai apskaičiuoti kūno buvimo vietą, t. y. tiksliai žinoti jo koordinatę, taip pat žinoti, kokį poslinkį padarė ir kokia kryptimi judėjo kūnas.

II. Naujos pamokos turinys

1. Pagrindinis mechanikos uždavinys – apskaičiuoti kūno koordinates bet kuriuo laiko momentu.
2. Tolygiai kintamo judėjimo greičio grafikas ir poslinkio išreiškimas plotu.





$$s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} t,$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t,$$

$$s_x = \frac{v_{0x} + v_{0x} + a_x t}{2} t,$$

$$\boxed{s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.}$$

$$x = x_0 + s_x,$$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

3. Poslinkio, pradinio ir galinio greičio projekcijų sąryšis:

$$\boxed{s_x = \frac{v_x^2 + v_{0x}^2}{2a_x}.}$$

$$\boxed{v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x s_x.}$$

4. Tolygiai kintamai judančio kūno koordinatė.

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 2.3 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 2.3 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 2/4

PAMOKOS TEMA. **Laboratorinis darbas: tolygiai greitėjančio kūno pagreičio matavimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti bendruosius eksperimentinio darbo gebėjimus: matavimų, paklaidų skaičiavimo.
2. ____________________

PAMOKOS EIGA

Laboratorinis darbas: tolygiai greitėjančio kūno pagreičio matavimas[1].

Darbo tikslas: apskaičiuoti pagreitį, kuriuo rieda rutuliukas nuožulniu loveliu.

Pirmiausia išmatuojame poslinkio $\vec{s}$, kurį nurieda rutuliukas per tam tikrą laiką t, ilgį. Kadangi tolygiai greitėjančio kūno (pradinis greitis lygus nuliui) poslinkio ilgis $s = \frac{at^2}{2}$, tai, išmatavęs s ir t, rasime rutuliuko pagreitį. Jis lygus $a = \frac{2s}{t^2}$.

Absoliučiai tiksliai dydžių išmatuoti negalima. Dėl netobulos aparatūros ir kitų priežasčių jie visada matuojami su tam tikromis paklaidomis. Matavimo rezultato patikimumą galima įvertinti keliais būdais. Paprasčiausias, nors ir ne visai teisingas būdas, – apskaičiuoti kelių nepriklausomų ieškomo dydžio matavimo rezultatų aritmetinį vidurkį. Taip ir siūloma daryti.

---

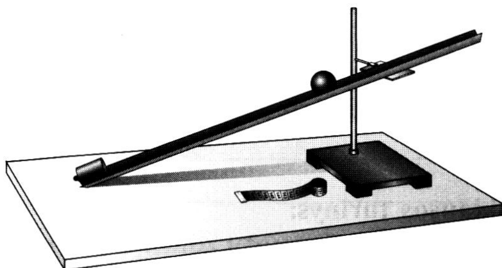
[1] Adaptuotas laboratorinio darbo aprašymas remiantis: *I. Kikoinas, A. Kikoinas.* Fizika 9 kl., Kaunas, Šviesa, 1987.

Matavimo reikmenys: 1) matavimo juosta; 2) metronomas arba sekundometras.

Medžiagos: 1) lovelis; 2) rutuliukas; 3) stovas su movomis ir laikikliu; 4) metalinis ritinys.

Darbo tvarka

1. Stovu įtvirtinkite lovelį nuožulniai nedideliu kampu į horizontą. Apatiniame lovelio gale padėkite metalinį ritinį.



2. Paleidę rutuliuką (kartu su metronomo dūžiu) iš viršutinio lovelio galo, suskaičiuokite, kiek buvo dūžių, kol rutuliukas susidūrė su ritiniu. Bandymą patogu atlikti, kai metronomo dūžių skaičius per minutę lygus 120.

3. Keisdami lovelio polinkio kampą ir truputį pastūmėdami metalinį ritinį, pasiekite, kad tarp rutuliuko paleidimo momento ir jo susidūrimo su ritiniu būtų 4 metronomo dūžiai (3 tarpai tarp dūžių).

4. Apskaičiuokite rutuliuko judėjimo laiką (1 s atitinka 2 dūžiai).

5. Matavimas. Juosta išmatuokite rutuliuko poslinkio $\vec{s}$ ilgį. Nekeisdami lovelio polinkio (bandymo sąlygos turi būti vienodos), pakartokite bandymą penkis kartus. Vėl pasistenkite ketvirtąjį metronomo dūžį sutapdinti su rutuliuko smūgio į metalinį ritinį momentu (šiam tikslui ritinį galima truputį pastūmėti).

6. Pagal formulę $s_{\text{vid}} = \dfrac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5}{5}$ raskite poslinkio modulio vidurkį, paskui apskaičiuokite pagreičio modulio vidurkį $a_{\text{vid}} = \dfrac{2s_{\text{vid}}}{t^2}$.

7. Sudarykite matavimo ir skaičiavimo rezultatų lentelę:

Bandymo numeris	s, m	s_{vid}, m	Metronomo dūžių skaičius	t, s	a_{vid}, m/s^2

PAMOKOS NR. 2/5

PAMOKOS TEMA: **Laisvasis kūnų kritimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti, kas tai yra laisvasis kūnų kritimas.
2. Išsiaiškinti laisvo kūnų kritimo pagreitį.
3. Užrašyti ir išsiaiškinti pagrindinę kinematikos lygtį, kai kūnas laisvai krinta.
4. Išnagrinėti vertikaliai aukštyn mesto kūno judėjimo ypatybes.
5. Išsiaiškinti, kuo skiriasi vertikaliai aukštyn ir vertikaliai žemyn mesto kūno judėjimo lygtys.
6. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- pagreitis, jo vienetai;
- poslinkio ir greičio sąryšis.

Probleminis įvadas

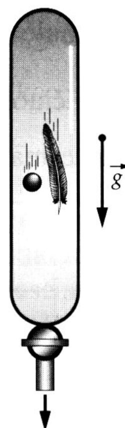
Nagrinėdami tolygiai kintamą judėjimą, iki šiol jį iliustravome pavyzdžiais, kuriuose kūnas juda horizontalia plokštuma. Iš savo praktinės patirties žinome, kad kūnai gali judėti ir vertikaliai, pavyzdžiui: mestas aukštyn kamuolys, krinta lietaus lašai ar snaigės, iškritęs iš rankų bet koks daiktas. Toks kūnų judėjimas atsiranda dėl Žemės traukos. Šioje pamokoje išsiaiškinsime, kuriai judėjimo rūšiai priskirsime šį judėjimą ir kaip sprendžiamas pagrindinis mechanikos uždavinys, kai kūnas laisvai krinta ar metamas aukštyn.

II. Naujos pamokos turinys

1. Laisvojo kūnų kritimo reiškinys.
   G. Galilėjaus bandymas.

   - Vamzdyje, iš kurio išsiurbtas oras, vienodu pagreičiu krinta skirtingų masių kūnai.

2. Laisvas kūnų kritimas.
   Kūnų kritimas tuštumoje.



3. Laisvo kritimo pagreitis.
   Visų laisvai krintančių kūnų pagreitis vienodas.
   - $g = 9{,}81$ m/s².
4. Laisvai krintančio kūno pagrindinė kinematikos lygtis.

$$v_y = v_{0y} + g_y t; \quad y = h = h_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

5. Vertikaliai aukštyn mesto kūno judėjimas.

$$y = h = h_0 + v_{0y} t - \frac{g_y t^2}{2}.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 2.4 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 4 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 2.4 skyrelio užduotys: ____________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Kūnų kritimas ore ir praretintoje erdvėje (Niutono vamzdyje), laisvo kritimo pagreičio nustatymas – DBK-9 m-6a-1, m-7a-2, m-7b-1, m-7b-2.

PAMOKOS NR. 2/6

PAMOKOS TEMA: **Uždavinių sprendimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti uždavinių sprendimo įgūdžius, gebėjimą turimas žinias taikyti praktikoje.
2. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:
- netolyginis judėjimas;
- pagreitis;
- pagrindinė kinematikos lygtis;

- laisvas kūnų kritimas;
- pagrindinė kinematikos lygtis kūnui laisvai krintant.

II. Uždavinių sprendimas

1. *S. Vičas.* Fizikos uždavinynas 11 kl., psl. 12–19 uždaviniai.

III. Namų darbai

Vadovėlio skyriaus „Netolyginis tiesiaeigis judėjimas“ apibendrinimas.
*1-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys.*____________________

____

PAMOKOS NR. 2/7

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su tolygiai kintamu judėjimu.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ____

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Pirmąją kelio pusę automobilis važiavo 10 m/s greičiu, o antrąją pusę – 54 km/h greičiu. Koks automobilio vidutinis greitis?
2. Dviratininkas važiuoja nuokalne 0,3 m/s^2 pagreičiu. Jo pradinis greitis buvo 4 m/s. Kokiu greičiu jis važiuos po 20 s?
3. Slidininkas, judėdamas 0,3 m/s^2 pagreičiu, nuo 100 m ilgio nuokalnės nusileido per 20 s. Koks slidininko greitis nuokalnės pradžioje ir pabaigoje?
4. Materialaus taško judėjimo lygtis $x = 0{,}4\ t^2$. Parašykite greičio lygtį, apskaičiuokite kelią po 4 s.
5. Automobilis važiuoja 0,4 m/s^2 pagreičiu. Per kiek laiko jo greitis padidės nuo 12 m/s iki 20 m/s?

II variantas

1. Automobilio greičio lygtis $v_x = 0{,}8\ t$. Parašykite poslinkio lygtį. Raskite automobilio greitį baigiantis penktajai važiavimo sekundei.
2. Pirmąją kelio pusę automobilis nuvažiavo 36 km/h greičiu, o antrąją 15 m/s greičiu. Koks automobilio vidutinis greitis?
3. Automobilis pradeda judėti. Per kiek laiko jis nuvažiuos 30 m, važiuodamas 0,6 m/s^2 pagreičiu?

4. Troleibusas, kurio pradinis greitis 36 km/h, per 10 s nuvažiavo 120 m kelią. Kokiu greičiu jis judėjo atkarpos gale?
5. Traukinys 340 m nuokalnėje važiavo 20 s. Jo greitis buvo 19 m/s. Kokiu pagreičiu važiavo traukinys ir koks jo greitis nuokalnės pradžioje?

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos, I dalis, 3–4 temos.

PAMOKOS NR. 3/1

PAMOKOS TEMA: **Kreive judančio kūno poslinkis ir greitis, įcentrinis pagreitis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su kreivaeigio judėjimo sąvoka.
2. Išnagrinėti realiame gyvenime vykstančio kreivaeigio judėjimo pavyzdžius.
3. Išsiaiškinti kreive judančio kūno poslinkį.
4. Išsiaiškinti kreive judančio kūno linijinį greitį.
5. Išsiaiškinti kūno įcentrinį pagreitį ir jo kryptį.
6. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

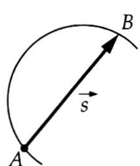
- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

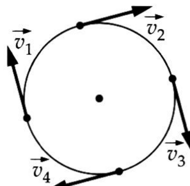
Probleminis įvadas

Gamtoje ir technikoje dažnai pasitaiko tokių judėjimų, kai trajektorija yra ne tiesė, bet kreivė. Kreivėmis juda kosminėje erdvėje planetos ir dirbtiniai palydovai, o Žemėje – įvairios transporto priemonės, mechanizmų dalys, upių vandenys ir t. t. Kreive judančio kūno mechanikos uždavinius spręsti sunkiau, nes kinta ne tik greičio ir pagreičio modulis, bet ir kryptis.

II. Naujos pamokos turinys

1. Kreivaeigis judėjimas.
   Kai trajektorija yra ne tiesė, o kreivė.
2. Kreive judančio kūno poslinkis ir greitis.





$v_1 = v_2 = v_3 = v_4.$

3. Linijinis greitis.
Kreive judančio kūno momentinis greitis.
Linijinis greitis bet kuriame trajektorijos taške yra nukreiptas kreivės liestine, einančia per tą tašką.
4. Kreive judančio kūno kampinis greitis.
Spindulio posūkio kampo φ ir laiko, per kurį pasisuko apskritimu tolygiai judantis kūnas, santykis.

$\omega = \frac{\varphi}{t}$; $[\omega] = 1$ rad/s.

5. Įcentrinis pagreitis.

$a_{įc} = \frac{v^2}{R}$.

Tolygiai apskritimu judančio kūno pagreitis bet kuriame trajektorijos taške yra įcentrinis, nes visuomet nukreiptas į apskritimo centrą.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 3.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 3.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Kreivaeigis judėjimas, linijinio greičio kryptis judant apskritimu – DMK-9 m-8b-2, m-2b-1.

PAMOKOS NR. 3/2

PAMOKOS TEMA: **Kūno sukimosi periodas ir dažnis. Apskritimu judančio kūno koordinatės**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su kreivaeigį judėjimą apibūdinančiomis sąvokomis.

2. Paaiškinti periodinio dydžio sąvoką.
3. Išsiaiškinti, kas tai yra apskritimu judančio kūno koordinatė.
4. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kreivaeigis judėjimas;
- linijinis greitis;
- kampinis greitis;
- įcentrinis pagreitis;
- įcentrinio pagreičio kryptis.

Probleminis įvadas

Aptarsime dydžius, apibūdinančius kūnų sukimąsi, t. y. kūno sukimosi periodą ir dažnį ir jų tarpusavio ryšį.

II. Naujos pamokos turinys

1. Kūno sukimosi periodas.
   Laikas, per kurį kūnas apsisuka vieną kartą.
   $$T = \frac{t}{N}; \qquad v = \frac{2\pi R}{T}.$$
2. Sukimosi dažnis.
   Fizikinis dydis, apibūdinantis kūno sūkių skaičių per laiko vienetą.
   Matavimo vienetai – hercai.
   $$\nu = \frac{1}{T}.$$
3. Sukimosi periodo ir dažnio sąryšis.
   $$\omega = 2\pi\nu; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}.$$
4. Periodinis judėjimas.
   Judėjimas, kurį apibūdinantys fizikiniai dydžiai periodiškai pasikartoja.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 3.2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 3.2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Kreivaeigis judėjimas, linijinio greičio kryptis judant apskritimu – DMK-9 m-8b-2, m-2b-1.

PAMOKOS NR. 3/3

PAMOKOS TEMA: **Uždavinių sprendimas. Savarankiškas darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su kūnų judėjimu apskritimu.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- įcentrinis pagreitis;
- linijinis greitis;
- kampinis greitis;
- sukimosi periodas;
- sukimosi dažnis.

II. Uždavinių sprendimas

1. Vadovėlio skyrelio 3.1 ir 3.2 užduotys: ____________________

____

2. *S. Vičas.* Fizikos uždavinynas 11, uždaviniai, p. 20–22. __________

____

____

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ____________________

____

S. Vičas. Fizikos uždavinynas 11, užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

1-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 4/1

PAMOKOS TEMA: **Pirmasis Niutono dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti, ką nagrinėja dinamika.
2. Išnagrinėti kompensacijos sąvoką.
3. Išsiaiškinti, kas sudaro inercinę atskaitos sistemą.
4. Išnagrinėti, kas tai yra neinercinė atskaitos sistema.
5. Išsiaiškinti Pirmąjį Niutono dėsnį.
6. Išnagrinėti Pirmojo Niutono dėsnio pasireiškimo pavyzdžių.
7. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

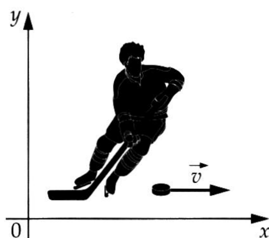
Probleminis įvadas

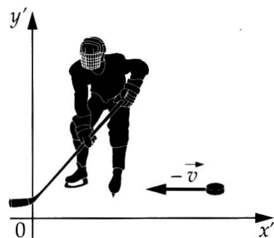
Iki šiol mes nagrinėjome ir aptarėme įvairias judėjimo rūšis. Mokydamiesi dinamikos, išsiaiškinsime kūnų judėjimo priežastis, sužinosime, kodėl kartais kūnai juda be pagreičio. Šiandien nagrinėsime, ar visi kūnai daro vienodą poveikį vieni kitiems, prisiminsime inercijos reiškinį.

II. Naujos pamokos turinys

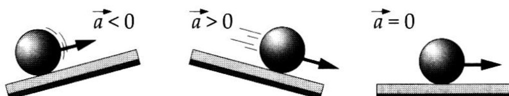
1. Dinamika.
   Mechanikos dalis, nagrinėjanti jėgų veikiamų kūnų pagreičio atsiradimo ir kitimo priežastis.
2. Kompensacijos sąvoka.
   Kūnai nejuda (išlaiko rimtį), jeigu kitų kūnų poveikiai kompensuojasi.







3. Inercija.
   Judėjimo greičio arba rimties išlaikymas, kompensuojantis išoriniams poveikiams.
4. Inercijos pavyzdžiai.
5. Pirmasis Niutono dėsnis.
   Kiekvienas kūnas išlaiko rimties būseną arba tolyginį tiesiaeigį judėjimą, jeigu jo neveikia kiti kūnai arba jų poveikiai kompensuojasi.
6. Inercinė atskaitos sistema.
   Sistemos, kurių atžvilgiu galioja pirmasis Niutono dėsnis.
7. Neinercinės atskaitos sistemos.
   Sistemos, kurių atžvilgiu pirmasis Niutono dėsnis negalioja.
8. Istorinės žinios.
   - Aristotelis (384–322 m. pr. Kr.)
   „Be jėgų nėra judėjimo“.
   - G. Galilėjaus (1564–1642) mintinis eksperimentas.



   - I. Niutonas (1642–1727).

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 4.1 skyrelio užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 4.1 skyrelio užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Inercijos reiškinys – DBK-9 m-10b-1, m-10b-2.

PAMOKOS NR. 4/2

PAMOKOS TEMA: **Kūnų sąveika. Kūnų inertiškumas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su jėgos sąvoka.
2. Išsiaiškinti kūnų inertiškumo sąvoką.
3. Išsiaiškinti kūnų masės sąvoką.
4. Prisiminti masės matavimo vienetus.
5. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

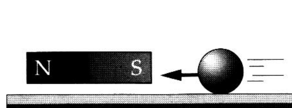
- dinamika;
- kompensacija;
- inercija;
- Pirmasis Niutono dėsnis;
- inercinė atskaitos sistema;
- neinercinė atskaitos sistema.

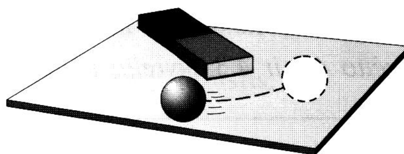
Probleminis įvadas

Visi kūnai, nesvarbu, ar jie juda, ar nejuda, pasaulyje nėra vieniši. Visi jie veikia vieni kitus, t. y. sąveikauja. Dėl šios sąveikos kūnas įgyja pagreitį. Stebėdami aplink mus esančių kūnų judėjimą, galime nustatyti, kad sąveikos metu įgytas pagreitis yra nevienodas, nes skiriasi kūnų masės. Panagrinėkime, kodėl taip yra.

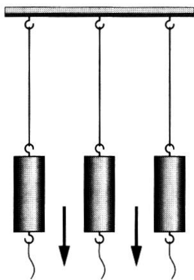
II. Nauja mokomoji medžiaga

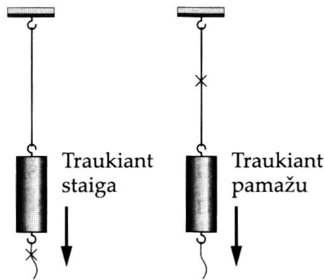
1. Kūno pagreičio priežastis – kitų kūnų poveikis (kūnų sąveika).



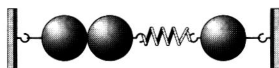


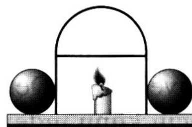
2. Sąveikaujančių kūnų pagreičiai visuomet nukreipti priešingomis kryptimis.
3. Sąveikaujančių kūnų pagreičių modulių santykis yra pastovus ir nepriklauso nuo kūnų sąveikos pobūdžio.
4. Inertiškumas.
   Kūno savybė, rodanti, kaip greitai kūnas gali pakeisti greitį, sąveikaudamas su kitais kūnais.



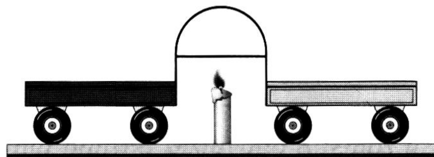


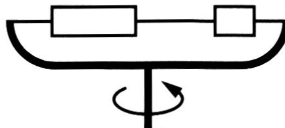
5. Kūno masė.
   Fizikinis dydis, nusakantis jo inertiškumą.
6. Masės matavimas ir vienetai.
   Masės nustatymo būdas vadinamas svėrimu.
   Matavimo vienetas – kilogramas.
   Masės etalonas – 1 kg apytiksliai lygus 15 °C temperatūros 1 litro vandens masei.
7. Dviejų sąveikaujančių kūnų pagreičių santykis lygus atvirkštiniam jų masių santykiui.





$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}.$$





III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 4.2 ir 4.3 skyrelių užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 4.2 ir 4.3 skyrelių užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Inercijos reiškinys – DBK-9 m-10a-1.
2. Masių palyginimas pagal kūnų sąveiką – DBK-9 m-11a-1, m-11a-2, m-11a-3, m-11a-4.

PAMOKOS NR. 4/3

PAMOKOS TEMA: **Jėga ir jos matavimas. II Niutono dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti jėgos sąvoką.
2. Išsiaiškinti jėgų atstojamosios sąvoką.
3. Išsiaiškinti II Niutono dėsnį.
4. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

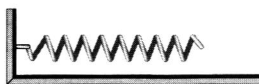
- inertiškumas;
- kūno masė;
- masės matavimo vienetai.

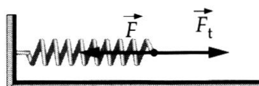
Probleminis įvadas

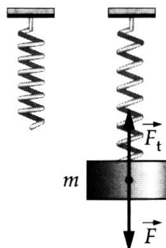
Nagrinėdami vieno kūno poveikį kitam, dažnai sakome, kad poveikis gali būti silpnas, stiprus ar vos juntamas. Kiekybinis poveikio matas yra jėga. Nesunku atsakyti, kad didesnės jėgos paveiktas akmenukas nuskrieja toliau. Žinome, kad veikiant jėgai kūnas įgyja ir tam tikrą judėjimo kryptį. Mums svarbu žinoti ir mokėti apskaičiuoti jėgos skaitinę vertę.

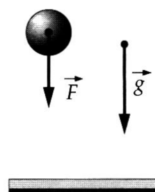
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Jėga.
   Vieno kūno poveikis kitam.
   Jėga yra kūnų greičio arba formos kitimo priežastis.
   Jėga – vektorinis dydis.









2. Jėgos matavimas.
   Jėgos modulis matuojamas dinamometru.
   Matavimo vienetas – niutonas (N).
3. II Niutono dėsnis.
   Kūną veikianti jėga lygi jo masės ir tos jėgos jam suteikto pagreičio sandaugai:

   $\vec{F} = m\vec{a}$. $[F] = 1$ N.

   • Antrasis Niutono dėsnis galioja tik inercinėse atskaitos sistemose.
   • Jėga išreiškia kito kūno poveikį, todėl ji nepriklauso nuo veikiamo kūno masės ir pagreičio.
   • Jėga nulemia kūno pagreitį (greičio pokytį), bet ne greitį.
   • Pagreičio kryptis visada sutampa su jėgos veikimo kryptimi.
4. Jėgų atstojamoji.
   Visų kūną veikiančių jėgų suma. $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n$.
5. Kūnas išlaiko rimtį arba pastovų greitį, kai visų jį veikiančių jėgų atstojamoji lygi nuliui. (I Niutono dėsnis.)

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 4.4 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 4.4 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________________

____

Demonstravimas

1. Jėgų matavimas – DBK-9 m-14b-1.

PAMOKOS NR. 4/4

PAMOKOS TEMA: **III Niutono dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti III Niutono dėsnį.
2. Išnagrinėti III Niutono dėsnio pavyzdžius.

3. Ugdyti praktinius Niutono dėsnių taikymo gebėjimus.
4. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- jėga;
- jėgos vienetai;
- jėgos matavimas;
- II Niutono dėsnis;
- jėgų atstojamoji.

Probleminis įvadas

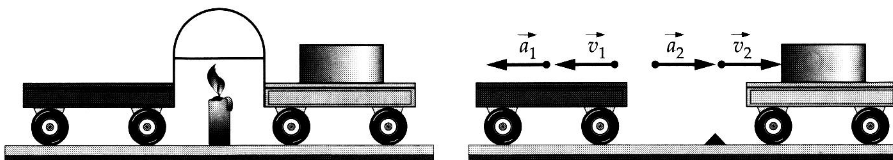
Dar kartą grįžkime prie kūnų sąveikos. Jau žinome, kad jėga yra kūno greičio arba formos kitimo priežastis. Kai vienas kūnas veikia kitą, sakome: kūną veikia jėga. Nagrinėjant kūnų sąveiką, kyla ir toks klausimas: jei vienas kūnas veikia kitą tam tikra jėga, ar antrasis kūnas veikia kitą tam tikra jėga, ar antrasis kūnas neturi jokio poveikio pirmajam? Nukritęs kamuoliukas spaudžia stalą ir kartu pats yra stalo spaudžiamas priešinga kryptimi. Tokią išvadą galima padaryti stebint atšokusio kamuoliuko judėjimą aukštyn. Tai ir panagrinėkime, kokie dėsningumai čia reiškiasi.

II. Nauja mokomoji medžiaga

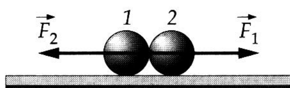
1. Kūnų sąveika.

$$\frac{a_1}{a_2}=\frac{m_2}{m_1}, \quad m_1a_1=m_2a_2; \quad m_1\vec{a}_1=-m_2\vec{a}_2, \quad \vec{F}_1=-\vec{F}_2.$$

2. III Niutono dėsnis.
   Kūnai veikia vienas kitą vienodo modulio ir priešingų krypčių jėgomis.
3. Kūnams sąveikaujant atsirandančios jėgos yra vienodos prigimties.



4. Jėgos veikia skirtingus kūnus, todėl negali atsverti viena kitos.



5. Potvyniai ir atoslūgiai.
   Praktinis III Niutono dėsnio taikymo atvejis.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 4.5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 4.5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Trečiasis Niutono dėsnis – DBK-9 m-12a-1, m-12a-2, m-12a-3, m-12a-4.

PAMOKOS NR. 4/5

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su Niutono dėsniais.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ____

____

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Pasinaudodami greičio formule $v = 10 + 4t$, raskite kūną veikiančią jėgą, kai kūno masė 3 kg. Kiek pasislinks šios jėgos veikiamas kūnas per 20 s?
2. 10 kg masės kūnas, veikiant jėgai, juda 5 m/s^2 pagreičiu. Kokia kūno masė, jei ta pati jėga suteikia jam 10 m/s^2 pagreitį? Kokį greitį jis įgaus po 5 s?

3. 500 t masės traukinys juda tolygiai lėtėdamas ir per 2 minutes jo greitis sumažėja nuo 72 km/h iki 36 km/h. Raskite stabdymo jėgą.
4. Traukinys, kurio masė 400 t, juda 54 km/h greičiu. Nustatykite stabdymo jėgą, kai stabdymo kelias lygus 150 m.
5. Baronas Miunhauzenas tvirtino pats save už plaukų ištraukęs iš pelkės. Paaiškinti šį teiginį.

II variantas

1. 600 t keleivinis traukinys juda tolygiai lėtėdamas ir per 1 min jo greitis sumažėja nuo 54 km/h iki 18 km/h. Raskite stabdymo jėgą.
2. Automobilis, veikiamas 100 N jėgos, pradeda važiuoti ir iki visiško įsibėgėjimo nuvažiuoja 50 m. Automobilio masė 1900 kg. Koks automobilio greitis įsibėgėjimo pabaigoje?
3. Jėga suteikia 4 kg masės kūnui 6 m/s^2 pagreitį. Kokį pagreitį suteiks ta pati jėga 2 kg masės kūnui? Kiek pasislinks šis kūnas per 10 sekundžių?
4. Pasinaudodami kūno poslinkio formule $s = 10t + 4t^2$, raskite kūną veikiančią jėgą, kai kūno masė 5 kg.
5. Kodėl plukdomi rąstai dažnai išmetami ant kranto?

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos XI kl. I d., 8–9 temos.

PAMOKOS NR. 5/1

PAMOKOS TEMA: **Tamprumo jėga**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti jėgų rūšis.
2. Paaiškinti deformacijų rūšis ir jų taikymą.
3. Paaiškinti Huko dėsnį.
4. Išsiaiškinti atramos reakcijos jėgą.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

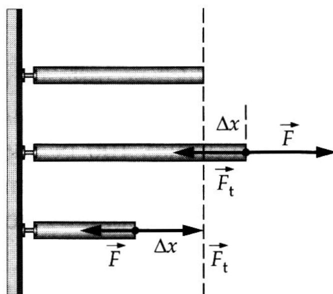
- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

Probleminis įvadas

Kūnų sąveika gali būti visokia, todėl įvairios ir sąveikos metu pasireiškiančios jėgos. Taikydami Niutono dėsnius, aptarsime konkrečias gamtos jėgas. Mechanikoje jos dažniausiai skirstomos į tokias rūšis: tamprumo jėgas, gravitacijos jėgas ir trinties jėgas. Šioje pamokoje ir aptarsime tamprumo jėgas, jų atsiradimo priežastis bei jas aprašančius dėsnius.

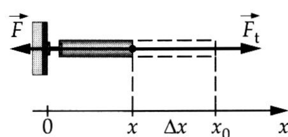
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Jėgų rūšys: tamprumo, gravitacinės ir trinties.
2. Kūnų deformacija.
   Reiškinys, kurio metu pakinta jėgos veikiamų kūnų forma bei tūris.
3. Deformacijų rūšys:



- tempimo deformacija;
- gniuždymo deformacija.

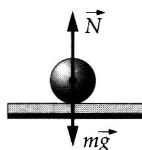
4. Deformacijos priežastis.
   Veikianti išorinė jėga, dėl kurios vienos kūno dalelės pasislenka kitų atžvilgiu.
   Tamprumo jėga – deformacijos padarinys.
5. Tamprumo jėga.
   Tai kūną deformuojanti jėga, kurios kryptis priešinga to kūno dalelių poslinkiui.
6. Huko dėsnis.
   Deformuoto kūno tamprumo jėga tiesiog proporcinga kūno pailgėjimui ir yra priešinga to kūno dalelių poslinkiui.



$$F_t = -kx;$$

k – standumo koeficientas, jis priklauso nuo kūno matmenų ir medžiagos, iš kurios pagamintas kūnas.
N/m – matavimo vienetai SI sistemoje.

7. Atramos reakcijos jėga.
   Kūną veikianti atramos arba pakabos tamprumo jėga.



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5.1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Tamprumo jėgos priklausomybė nuo kūnų deformacijos, Huko dėsnis. DBK-9 m-15a-1, m-15a-2, m-15b-1, m-15b-2.

PAMOKOS NR. 5/2

PAMOKOS TEMA. **Laboratorinis darbas: spyruoklės standumo matavimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti bendruosius eksperimentinio darbo gebėjimus.
2. ____

PAMOKOS EIGA

Laboratorinis darbas: spyruoklės standumo matavimas.[1]

Darbo tikslas: rasti spyruoklės standumą, matuojant jos pailgėjimą, atitinkantį įvairias tamprumo jėgą $\vec{F}_{\text{tampr}}$ atsveriančios sunkio jėgos $\vec{F}_{\text{s}} = m\vec{g}$ vertes, ir remiantis Huko dėsniu: $k = \dfrac{F_{\text{tampr}}}{|x|}$.

Matavimo reikmenys: 1) pasvarų rinkinys; kiekvieno pasvaro masė m_0 = = 0,100 kg, o paklaida Δm_0 = 0,002 kg; 2) liniuotė su milimetrinėmis padalomis.

Medžiagos: 1) stovas su movomis ir laikikliu; 2) sraigtinė spyruoklė.

Darbo tvarka

1. Įtvirtinkite stove sraigtinės spyruoklės galą (kitame spyruoklės gale yra rodyklė ir kabliukas).

---

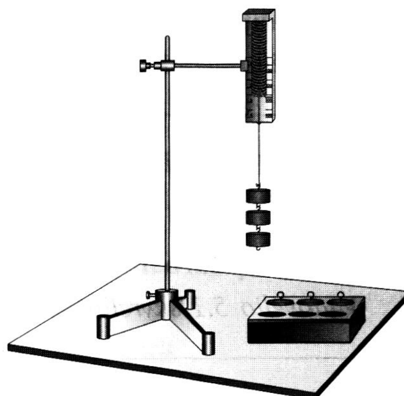
[1] Adaptuotas laboratorinio darbo aprašymas remiantis: *I. Kikoinas, A. Kikoinas.* Fizika 9 klasei, Kaunas, Šviesa, 1987.

2. Šalia spyruoklės arba už jos pastatykite ir įtvirtinkite liniuotę su milimetrinėmis padalomis.

3. Užsirašykite tą liniuotės padalą, ties kuria yra spyruoklės rodyklė.

4. Prikabinkite prie spyruoklės žinomos masės pasvarą ir išmatuokite spyruoklės pailgėjimą.

5. Prie pirmojo pasvaro prikabinkite antrą, trečią ir t. t. ir kiekvieną kartą užsirašykite spyruoklės pailgėjimą $|x|$.



Sudarykite matavimo rezultatų lentelę:

Bandymo numeris	***m*, kg**	***mg*[1], N**	**$|x|$, m**

6. Pagal matavimo rezultatus nubrėžkite tamprumo jėgos priklausomybės nuo pailgėjimo grafiką ir, remdamiesi juo, raskite vidutinę spyruoklės standumo vertę k_{vid}.

PAMOKOS NR. 5/3

PAMOKOS TEMA: **Visuotinės traukos jėga. Sunkio jėga**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti visuotinės traukos sampratą.
2. Paaiškinti visuotinės traukos dėsnį.
3. Išnagrinėti visuotinės traukos reiškimosi pavyzdžių.
4. Paaiškinti sunkio jėgą.
5. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

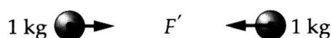
- jėgų rūšys;
- deformacija;
- deformacijos rūšys;
- tamprumo jėga;
- Huko dėsnis;
- atramos reakcijos jėga.

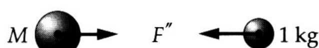
Probleminis įvadas

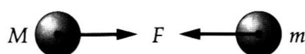
Dažnai stebime, kaip krinta žemėn lietaus lašai, snaigės, iš rankų išmestas daiktas. Visi žinome, kad paslydę ar užkliuvę ir patys griūvame. Tai gravitacinės kūnų traukos reiškiniai, kuriuos matome kasdien. Kūnai krinta žemyn dėl to, kad Žemė ir visi joje esantys kūnai tarpusavyje sąveikauja. Visuotinės traukos idėją iškėlė I. Niutonas.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Visuotinės traukos samprata.
   Visi kūnai veikia vieni kitus traukos jėgomis.
2. Visuotinės traukos dėsnis.
   Visi kūnai veikia vienas kitą jėga, kurios modulis tiesiogiai proporcingas jų masių sandaugai ir atvirkščiai proporcingas atstumo tarp jų kvadratui.
   - Visi kūnai krinta su pagreičiu.
   - 1667 m. Niutonas iškėlė mintį, kad tarp kūnų veikia traukos jėgos.







$$F \sim Mm;$$

$$F \sim \frac{1}{r^2}.$$

$$\boxed{F = G\frac{Mm}{r^2}.}$$

   - Ši formulė taikoma materialiesiems taškams ir vienalyčiams rutulio formos kūnams.
3. Visuotinės traukos jėga priklauso nuo kūnų tarpusavio padėties (nuo jų koordinačių).
4. Gravitacijos konstanta:

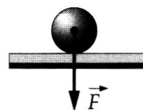
   $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2 (nustatyta bandymais).

5. Sunkio jėga.
   Jėga, kuria Žemė traukia kūną.

   $\vec{F} = m\vec{g}.$

   g vertės įvairiose Žemės vietose nevienodos dėl to, kad:





   - Žemė – neinercinė atskaitos sistema (išskyrus polius);
   - Žemė suplota;
   - nevienodas Žemės paviršiaus medžiagų pasiskirstymas.

6. Laisvo kritimo pagreitis.
   Laisvojo kritimo pagreitis

$$g = \frac{F}{m} = G\frac{M}{R^2};$$ g nepriklauso nuo kūno masės m.

7. Masės matavimas svarstyklėmis.

III. Naujosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5.2 ir 5.3 skyrelių užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5.2 ir 5.3 skyrelių užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 5/4

PAMOKOS TEMA: **Kūno svoris. Nesvarumas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Paaiškinti svorio jėgą.
2. Paaiškinti su pagreičiu judančio kūno svorį.
3. Paaiškinti kūnų nesvarumą.
4. Paaiškinti perkrovos sampratą.
5. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- visuotinė trauka;
- visuotinės traukos dėsnis;
- sunkio jėga;
- laisvojo kritimo pagreitis.

Probleminis įvadas

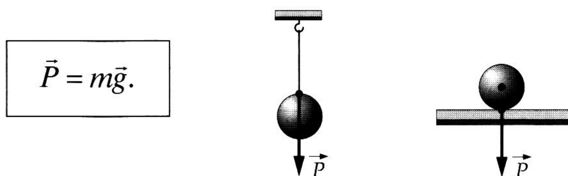
Mokantis fizikos, kūno svorio esmę suprasti trukdo netaisyklinga šios sąvokos vartosena buityje. Kasdieniame gyvenime svoriu vadiname tai, ką fizikoje vadiname mase. Kūno masė – tai pastovus dydis judant nedideliais grei-

čiais, o svoris – priklauso nuo judančio kūno pagreičio. Fizikos moksle kūno svorį ir masę reikia skirti.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Kūno svoris.
   Jėga, kuria Žemės traukiamas kūnas veikia atramą arba pakabą.

$$\vec{P} = m\vec{g}.$$



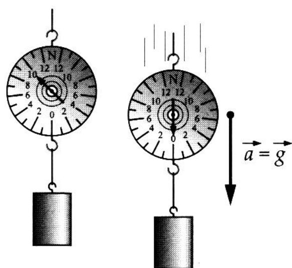
2. Kūno svoris, kai atrama arba pakaba juda su pagreičiu.
   • Jeigu kūnas su atrama arba pakaba juda su pagreičiu, kurio kryptis tokia pati, kaip ir laisvojo kritimo pagreičio, tai jo svoris yra mažesnis už nejudančio kūno svorį.

   $\vec{a} < \vec{g}$, $P = m(g - a)$; $\vec{a} > \vec{g}$, $P = m(a - g)$.

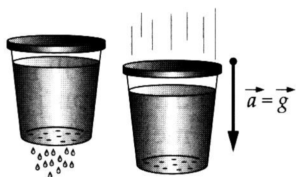
   • Kai kūno pagreičio kryptis priešinga laisvojo kritimo pagreičio krypčiai, jo svoris yra didesnis už nejudančio kūno svorį.

   $P = m(g + a)$.

3. Nesvarumas.
   Kiekvienas kūnas, kuris juda veikiamas tik sunkio jėgos arba tik visuotinės traukos jėgos, yra nesvarus.



• Laisvai krintančio dinamometro rodyklė sustoja ties skaitmeniu 0.



• Iš krintančio indo, kurio dugnas skylėtas, nebėga vanduo.

$P = m(g - a)$; $a = g$, $P = 0$.

4. Perkrova.
Kūno svorio padidėjimas dėl judėjimo su pagreičiu.
$a = ng$, $P = mg(n + 1)$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5.4 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 13 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5.4 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 13 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 5/5

PAMOKOS TEMA: **Dirbtiniai Žemės palydovai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimą.
2. Išsiaiškinti horizontaliai mesto kūno judėjimą.
3. Paaiškinti dirbtinių Žemės palydovų judėjimo ypatybes.
4. Ugdyti gebėjimą teorines žinias taikyti praktikoje.
5. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kūno svoris;
- su pagreičiu judančio kūno svoris;
- nesvarumas;
- perkrova.

Probleminis įvadas

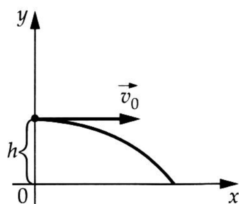
Paprasčiausias sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimo atvejis yra laisvas kūnų kritimas. Gana dažnai tenka nagrinėti kūnų judėjimą, kai jų pradinis greitis nukreiptas ne lygiagrečiai sunkio jėgai, bet tam tikru kampu į ją (arba horizontą). Pavyzdžiui, sportininko stumiamas rutulys, metamas diskas, sviedinys, iššautas iš artilerijos pabūklo, kosminės raketos judėjimas. Kaip tokiu atveju juda kūnas?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimas.
   Visų kūnų laisvojo kritimo pagreitis tame pačiame taške yra vienodas:

$$g = 9{,}8\ \text{m/s}^2.$$

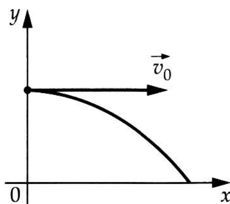
2. Horizontaliai mesto kūno judėjimas.
   • Judančio kūno greitis ir sunkis gali sudaryti įvairius kampus.



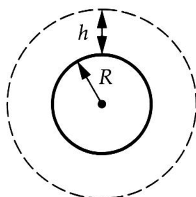
$$\begin{cases} x = v_{0x}t, \\ y = v_{0y}t + \dfrac{g_y t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow y = ax^2 + bx.$$

Kūnas juda parabole.

3. Dirbtinių Žemės palydovų judėjimas.



• Horizontaliai mestas kūnas, judėdamas parabole, visą laiką krinta.



• Parinkus atitinkamą greitį, horizontaliai mestą kūną galima priversti judėti apskritimu – padaryti jį dirbtiniu Žemės palydovu (DŽP).
• Aukštyje h tolygiai apskritimu judančio masės m DŽP greitis ir pagreitis:

$$F = G\frac{Mm}{(R+h)^2};\qquad \boxed{v = \sqrt{G\frac{M}{R}};}\qquad \boxed{v = \sqrt{gR}.}$$

– Pirmasis kosminis greitis – 8 km/s, kūnas virsta dirbtiniu Žemės palydovu.
– Antrasis kosminis greitis – 11,2 km/s, kūnas virsta Saulės palydovu.
– Trečiasis kosminis greitis, didesnis negu 11,2 km/s, palydovas pradeda judėti hiperbole ir išlekia iš Saulės sistemos.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 5/6

PAMOKOS TEMA: **Trinties jėga**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti trinties jėgą.
2. Išnagrinėti trinties jėgos reiškimosi pavyzdžių.
3. Paaiškinti trinties jėgos svarbą.
4. Ugdyti gebėjimą teorines žinias taikyti praktikoje.
5. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

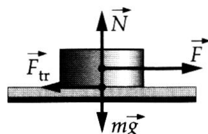
- sunkio jėgos veikiamo kūno judėjimas;
- horizontaliai mesto kūno judėjimas;
- kosminiai greičiai.

Probleminis įvadas

Nagrinėdami inercijos dėsnį, sužinojome – jeigu judančio kūno neveikia kiti kūnai, jis juda tiesiai ir tolygiai. Deja, taip iš tikrųjų nėra. Pavažiavęs lygiu ir tiesiu keliu su išjungtu varikliu, automobilis sustoja, toliau nešliaužia nuo kalno slidžiu keliu nusileidusios rogutės, sustotų ir dviratininkas, nemindamas pedalų. Taip yra todėl, kad besiliečiančių kūnų paviršiuje atsiranda jėga, kuri neleidžia kūnams laisvai judėti, mažina jų judėjimo greitį. Ši jėga vadinama trinties jėga. Aptarkime jos atsiradimo priežastis, nuo ko ji priklauso, kaip apskaičiuojama.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Trinties jėga.
   Jėga, kuri atsiranda kūnų sąlyčio vietoje ir trukdo vienam iš jų pajudėti ar judėti kito paviršiumi.
   Visada nukreipta priešinga judėjimui kryptimi



$$\vec{F}_{tr} = -\vec{F};$$
$$F_{tr} = \mu N.$$

2. Trinties koeficientas.
   μ – trinties koeficientas
   Priklauso nuo:
   – medžiagos, iš kurios pagaminti susiliečiantys kūnai;
   – paviršiaus apdorojimo;
   – paviršiaus švarumo.
3. Trinties rūšys:
   – rimties jėga, veikianti tarp nejudančių kūnų;
   – slydimo trintis, atsirandanti vienam kūnui šliaužiant (slystant) kito kūno paviršiumi;
   – riedėjimo trintis, atsirandanti vienam kūnui riedant kito kūno paviršiumi.
4. Trintis buityje ir technikoje.
5. Trinties mažinimo būdai.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5/6 skyrelio užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 14 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5/5 skyrelio užduotys: ______________________

____

1-ojo pratybų sąsiuvinio 14 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Slydimo ir rimties trintis, trinties koeficiento nustatymas – DBK-9 m-16a-1, m-16a-2.

PAMOKOS NR. 5/7

PAMOKOS TEMA. **Laboratorinis darbas: slydimo trinties koeficiento nustatymas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti bendruosius eksperimentinio darbo gebėjimus: matavimų, paklaidų skaičiavimo.
2. ______________________________

PAMOKOS EIGA

Laboratorinis darbas: slydimo trinties koeficiento nustatymas.[1]

Darbo tikslas: remiantis formule $F_{tr} = \mu P$, rasti medine liniuote slystančio medinio tašelio trinties koeficientą.

Dinamometru išmatuojama jėga, kuria reikia traukti tašelį su svarmenimis horizontaliu paviršiumi, kad jis judėtų tolygiai. Tos jėgos ir trinties jėgos $\vec{F}_{tr}$, veikiančios tašelį, moduliai vienodi. Tuo pačiu dinamometru galima rasti tašelio su svarmenimis svorį. Šio svorio ir normalinio slėgimo jėgos $\vec{N}$ į paviršių, kuriuo jis slysta, moduliai taip pat vienodi. Apskaičiavus šiuo būdu trinties jėgos vertes, atitinkančias įvairias normalinio slėgimo jėgos vertes, reikia nubrėžti F_{tr} priklausomybės nuo P grafiką ir rasti vidutinę trinties koeficiento vertę.

Šiame darbe pagrindinis matavimo prietaisas yra dinamometras. Jo paklaida – $\Delta_d = 0{,}05$ N. Ji ir lygi matavimo paklaidai, jeigu rodyklė sutampa su skalės brūkšniu. Kai matuojant rodyklė nesutampa su skalės brūkšniu (arba svyruoja), jėgos matavimo paklaida lygi $\Delta F = 0{,}1$ N.

Matavimo reikmenys: dinamometras.
Medžiagos: 1) medinis tašelis; 2) medinė liniuotė; 3) svarmenų rinkinys.

Darbo tvarka

1. Padėkite tašelį ant horizontalios medinės liniuotės. Ant tašelio uždėkite svarmenį.

3. Pritvirtinę prie tašelio dinamometrą, kiek galima tolygiau traukite jį išilgai liniuotės. Įsidėmėkite dinamometro parodymą.

3. Pasverkite svarmenį ir tašelį.

4. Prie pirmojo svarmens pridėkite antrąjį, trečiąjį svarmenį; kiekvieną kartą pasverkite tašelį bei svarmenis ir išmatuokite trinties jėgą.

---

[1] Laboratorinio darbo aprašymas adaptuotas: *Kikoinas I., Kikoinas A.* Fizika 9. – Kaunas, Šviesa, 1987.

Sudarykite matavimo rezultatų lentelę:

Bandymo numeris	**P, N**	**ΔP, N**	**F_{tr}, N**	**ΔF_{tr}, N**

5. Remdamiesi matavimo rezultatais, nubrėžkite trinties jėgos priklausomybės nuo slėgimo jėgos grafiką ir iš jo raskite vidutinę trinties koeficiento vertę μ_{vid}.

6. Apskaičiuokite didžiausią santykinę trinties koeficiento matavimo paklaidą. Kadangi $\mu = \frac{F_{tr}}{P}$, tai $\varepsilon_\mu = \varepsilon_{F_{tr}} + \varepsilon_P = \frac{\Delta F_{tr}}{F_{tr}} + \frac{\Delta P}{P}$. (1)

Iš (1) formulės matyti, kad trinties koeficiento matavimo paklaida yra didžiausia, atliekant bandymą su vienu svarmeniu, nes šiuo atveju vardikliai mažiausi.

7. Raskite absoliutinę paklaidą $\Delta\mu = \varepsilon_\mu \mu_{vid}$ ir užrašykite atsakymą tokia išraiška: $\mu = \mu_{vid} \pm \Delta\mu$.

PAMOKOS NR. 5/8

PAMOKOS TEMA: **Centrinė jėga. Keliamoji jėga**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti centrinės jėgos sampratą.
2. Išnagrinėti išcentrinę jėgą.
3. Paaiškinti slėgį judančiame skystyje.
4. Paaiškinti keliamąją jėgą.
5. ____________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- trinties jėga;
- trinties jėgos rūšys;
- trinties jėgos apskaičiavimas;
- trinties jėgos nauda ir žala.

Probleminis įvadas

Aptarėme įvairias gamtos jėgas. Tačiau, be šių jėgų, aplinkoje galima pajusti dar ir kitas jėgas. Tai įcentrinė ir keliamoji jėga. Nagrinėdami kreivaeigį judėjimą, sužinojome, kad apskritimu judantis kūnas turi įcentrinį pagreitį.

Jėga yra pagreičio atsiradimo priežastis, todėl galime teigti, kad kūnas juda apskritimu, nes jį veikia įcentrinė jėga. Pastebime ir tai, kad vėjo keliamas aitvaras kyla į viršų, keliami stogai audros metu, kyla oro balionas. Kaip atsiranda šios jėgos?

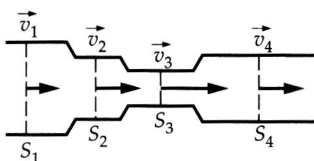
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Centrinės jėgos samprata.
   Jėga, sukelianti įcentrinį kūno pagreitį.

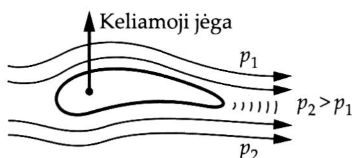
   $$F_{įc} = \frac{mv^2}{2}.$$

   Centrinė jėga gali būti bet kuri gamtoje pasireiškianti jėga: trinties, traukos, tamprumo, elektrinė, magnetinė. Pavyzdžiui, trinties jėga yra centrinė – verčia judėti posūkyje, traukos – Žemė veikia Mėnulį.
2. Išcentrinė jėga.
   Išcentrinė jėga yra atsakas (atoveikis) į centrinės jėgos poveikį. Centrinė ir išcentrinė jėga visuomet atsiranda kartu.
3. Slėgis judančiame skystyje.
   – nevienodo skerspjūvio vamzdžiu tekančio skysčio greitis yra didžiausias siaurose vietose, o mažiausias – plačiose;
   – kiek skysčio prateka per tam tikrą laiką vienu vamzdžio pjūviu, tiek pat jo turi pratekėti per tokį pat laiką ir bet kuriuo kitu pjūviu

   $$S_1v_1 = S_2v_2 = S_3v_3 = S_4v_4.$$



   – skysčio greitis įvairaus skerspjūvio vamzdeliuose kinta dėl slėgių skirtumo.
4. Bernulio dėsnis.
   Tekančio skysčio slėgis didesnis tuose vamzdžio pjūviuose, kuriuose jo greitis mažesnis ir, atvirkščiai, mažesnis tuose pjūviuose, kuriuose didesnis greitis.
5. Keliamoji jėga.



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 5/7 ir 5/8 skyrelių užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 5/7 ir 5/8 skyrelių užduotys: ______________________________

____

Demonstravimas

PAMOKOS NR. 5/9

PAMOKOS TEMA: **Uždavinių sprendimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti uždavinių sprendimo įgūdžius, gebėjimą turimas žinias taikyti praktikoje.
2. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- jėgų rūšys;
- sunkio jėga;
- kūno svoris;
- visuotinės traukos jėga;
- trinties jėga;
- įcentrinė jėga;
- keliamoji jėga;
- Bernulio dėsnis.

II. Uždavinių sprendimas

1. *S. Vičas.* Fizikos uždavinynas 11, uždaviniai, p. 28–35.

III. Namų darbai

Vadovėlio skyriaus „Jėgos gamtoje" apibendrinimas. ____________________

____

PAMOKOS NR. 5/10

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.

2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su jėgų apskaičiavimu.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ____

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Pririšus svarstį prie guminės virvelės, ji pailgėjo. Išvardykite sąveikos jėgas. Kuriuos kūnus veikia šios jėgos?
2. Žeme tolygiai traukiama 120 kN svorio betoninė plyta. Trinties jėga 54 kN. Koks trinties koeficientas?
3. Nustojus irkluoti, valtis tuojau sustos. Kodėl? Kodėl sportinės valtys poliruojamos?
4. Žemės ir Mėnulio masė atitinkamai lygi $6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg ir $7{,}2 \cdot 10^{22}$ kg, o atstumas tarp jų $3{,}8 \cdot 10^5$ km. Kokia jų tarpusavio traukos jėga?
5. 70 kg masės žmogus yra lifte. Kiek sveria žmogus: 1) prieš pradedant kilti; 2) pradėjus kilti 3 m/s^2 pagreičiu; 3) kylant pastoviu 5 m/s greičiu?

$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}.$$

Žemės masė $m = 6 \cdot 10^{24}$ kg.

II variantas

1. Raskite standumą spyruoklės, kuri, 2 N jėgos veikiama, pailgėjo 4 cm.
2. Kokia jėga 600 km aukštyje nuo Žemės paviršiaus traukia Žemė 80 kg masės lakūną kosmonautą? Žemės spindulį laikykite lygų 6400 km.
3. Ant traukinio vagone esančio stalelio padėta saldainių dėžutė ir obuolys. Kodėl, pajudėjus traukiniui, obuolys pariedėjo atgal (vagono atžvilgiu), o saldainių dėžutė liko vietoje?
4. 2 t masės automobilis tolygiai juda horizontaliu plentu. Riedėjimo trinties koeficientas lygus 0,02. Apskaičiuokite automobilio traukos jėgą. Oro pasipriešinimo nepaisykite.
5. Raskite 80 kg masės lakūno kosmonauto svorį, jam startuojant nuo Žemės paviršiaus vertikaliai aukštyn 15 m/s^2 pagreičiu.

$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}.$$

Žemės masė $m = 6 \cdot 10^{24}$ kg.

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos IX klasei I d. 10–14 temos.

PAMOKOS NR. 6/1

PAMOKOS TEMA: **Judesio kiekis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti jėgos impulso sampratą.
2. Išnagrinėti, kas tai yra kūno judesio kiekis.
3. Paaiškinti ryšį tarp jėgos impulso ir kūno judesio kiekio.
4. Paaiškinti jėgos impulso ir judesio kiekio matavimo vienetus.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

Probleminis įvadas

Nagrinėdami ankstesnius skyrius, sužinojome, kaip, remiantis Niutono dėsniais spręsti judėjimo uždavinius. Tačiau daugeliu atvejų rasti kūną veikiančių jėgų vertes labai sunku. Pavyzdžiui, remiantis Niutono dėsniais, keblu ieškoti raketos ir jos išmetamų dujų sąveikos jėgas, susiduriančių automobilių arba rakete atmušto kamuoliuko sąveikos jėgas. Tokiais atvejais mechanikos uždaviniai sprendžiami taikant judėjimo dėsnių išvadas. Tuomet vietoj įprastinių jėgos ir pagreičio sąvokų atsiranda nauji dydžiai – impulsas ir jėgos impulsas (judesio kiekis).

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Jėgos impulsas.
   Kūnų sąveika priklauso ne tik nuo kūnus veikiančios jėgos, bet ir nuo sąveikos trukmės. Todėl jėgos poveikiui apibūdinti vartojamas fizikinis dydis – jėgos impulsas.
   Vektorinis dydis.
   Kryptis visada sutampa su jėgos kryptimi.
   $F \cdot t$ – jėgos impulsas.
2. Kūno judesio kiekis.
   Fizikinis dydis lygus kūno masės ir greičio sandaugai.
   $\vec{p} = m\vec{v}$.
3. Judesio kiekio vienetai.
   [p] = kg · m/s.
   Tai 1 kg masės kūno, judančio 1 m/s greičiu, judesio kiekis.
4. Jėgos impulso ir kūno judesio kiekio sąryšis.
   Kūno judesio kiekio pokytis lygus jėgos impulsui.

$\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$; $m\vec{v}$ – kūno impulsas (judesio kiekis),
$\vec{F}t$ – jėgos impulsas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 6/2

PAMOKOS TEMA: **Judesio kiekio tvermės dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti uždaros sistemos sampratą.
2. Išnagrinėti judesio kiekio tvermės dėsnį.
3. Išsiaiškinti reaktyvinį judėjimą.
4. Išnagrinėti judesio kiekio reiškimosi pavyzdžių.
5. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

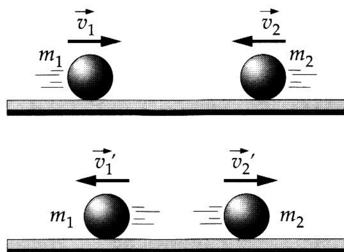
- jėgos impulsas;
- kūno judesio kiekis;
- vienetai;
- judesio kiekio ir jėgos impulso ryšys.

Probleminis įvadas

Gamtoje kūnai veikia vienas kitą. Žinodami veikiančias jėgas, iš Niutono dėsnių galime gauti visą reikiamą informaciją apie kūnų judėjimą. Tačiau šis būdas dažnai ilgas ir sudėtingas. Norint palengvinti uždavinio sprendimą, naudojami tvermės dėsniai ir vienas jų judesio kiekio tvermės dėsnis. Tvermės dėsnis reiškia, jog yra tam tikras dydis, kuris išlieka pastovus, nepaisant kūnų judėjimo, jų smūgių ir kitokių pakitimų.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Uždara sistema.
   Grupė kūnų, kurie nesąveikauja su jokiais kitais kūnais, nepriklausančiais tai grupei.
   Jėgos, kuriomis uždarosios sistemos kūnai sąveikauja tarpusavyje, vadinamos vidinėmis.
   Išorinės jėgos uždarosios sistemos kūnų neveikia.
2. Judesio kiekio tvermės dėsnis.
   Uždarosios sistemos kūnų judesio kiekių geometrinė suma yra pastovi, kai tos sistemos kūnai bet kaip sąveikauja vienas su kitu.

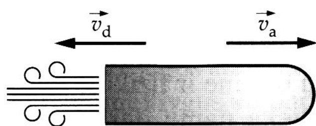


$$\vec{F}t = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1;$$

$$-\vec{F}t = m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2;$$

$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_2.}$$

3. Reaktyvusis judėjimas.



$$m_a v_a = m_d v_d;$$

$$v_a = \frac{m_d}{m_a} v_d. \quad v_d.$$

K. Simonavičius (apie 1600–po 1651).
K. Ciolkovskis (1857–1935).
S. Koroliovas (1907–1966).

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/2 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/2 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 1 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Impulso tvermės dėsnis – DBK-9 m-26a-1, m-26b-1.

PAMOKOS NR. 6/3

PAMOKOS TEMA: **Mechaninis darbas. Mechaninė galia**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Prisiminti, kas tai yra darbas.
2. Išnagrinėti darbo pavyzdžių.
3. Paaiškinti mechaninio darbo sąvoką.
4. Prisiminti darbo matavimo vienetus.
5. Paaiškinti sunkio jėgos darbą.
6. Paaiškinti mechaninę galią.
7. Prisiminti galios matavimo vienetus.
8. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

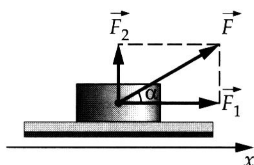
- uždara sistema;
- judesio kiekio tvermės dėsnis;
- reaktyvinis judėjimas.

Probleminis įvadas

Apie darbą esame girdėję daug kartų. Tačiau buitinė ir fizikinė darbo prasmė ne visada sutampa. Pavyzdžiui, mokinys atlieka namų darbus, sprendžia uždavinį. Ar jis dirba? Kiekvienas pasakys, kad mokymasis yra sunkus darbas. Tačiau fizikos požiūriu tai nėra darbas. Stebėdami žaidžiantį ar išdykaujantį vaiką, dažniausiai sakome, kad jis nieko neveikia, nors fizikas pasakytų, kad vaikas atlieka darbą. Tai kas iš tikrųjų yra darbas ir nuo ko jis priklauso?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Mechaninis darbas.
   Darbas, kurį atlieka pastovi jėga, lygus poslinkio modulio ir jėgos projekcijos poslinkio kryptyje sandaugai.



$$F_1 = F\cos\alpha,$$

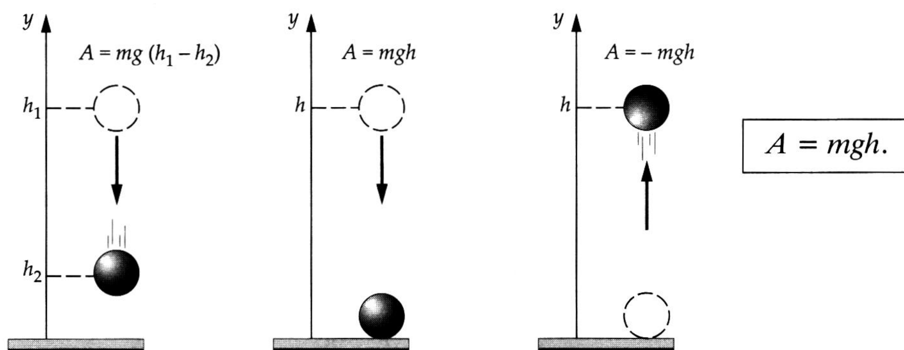
$$\boxed{A = Fs\cos\alpha.}$$

Mechaninis darbas yra skaliarinis dydis.

2. Darbo vienetai.
Darbas, kurį atlieka 1 N jėga, pasislenkant jos veikimo taškui tos jėgos kryptimi 1 m.

$[A] = 1$ J.

3. Mechaninio darbo ženklas:
Kai $\alpha = 0°$, $A = Fs$;
kai $\alpha = 90°$, $A = 0$;
kai $\alpha = 180°$, $A = -Fs$.
4. Sunkio jėgos darbas.



$$A = mgh.$$

Sunkio jėgos darbas nepriklauso nuo kūno judėjimo trajektorijos ir visuomet lygus sunkio jėgos modulio ir aukščių pradinėje bei galinėje padėtyje skirtumo sandaugai.
- Kai kūnas krinta žemyn, sunkio jėgos darbas yra teigiamas.
- Kūnui kylant į viršų, sunkio jėgos darbas yra neigiamas.
- Sunkio jėgos darbas uždaroje trajektorijoje lygus nuliui.

5. Mechaninė galia.
Fizikinis dydis, apibūdinantis mechanizmo atliekamo darbo spartą.

$$N = \frac{A}{t}.$$

$$N = Fv.$$

- Mašinos arba mechanizmo galia lygi atlikto darbo ir laiko, per kurį tas darbas atliktas, santykiui.

$[N] = 1$ W $= 1$ J/s.

Mechanizmo galia lygi vienam vatui, jeigu jis per vieną sekundę atlieka vieno džaulio darbą.
Praktikoje vartojami stambesni darbo matavimo vienetai – kilovatvalandė (kWh) ir megavatvalandė (MWh).

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/3 ir 6/4 skyrelių užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 2 ir 3 temų užduotys: ______________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/3 ir 6/4 skyrelių užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 2 ir 3 temų užduotys: ______________

____

PAMOKOS NR. 6/4

PAMOKOS TEMA: **Kinetinė kūno energija**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti energijos sampratą.
2. Prisiminti energijos vienetus.
3. Išsiaiškinti kinetinės energijos sampratą.
4. Paaiškinti darbo ir kinetinės energijos ryšį.
5. Išnagrinėti kinetinės energijos reiškimosi pavyzdžių.
6. ______________________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- mechaninis darbas;
- darbo vienetai;
- sunkio jėgos darbas;
- mechaninė galia;
- galios vienetai.

Probleminis įvadas

Žodį energija girdime dažnai. Sakoma: energingas žmogus, energingi veiksmai, energingas darbas ir t. t. Dirbančiam beprasmį darbą patariame neeikvoti energijos be reikalo. Kas yra energija, suprasti nelengva, nes tiesiogiai pojūčiais ji nesuvokiama. Tad kas yra energija?

II. Nauja mokomoji medžiaga

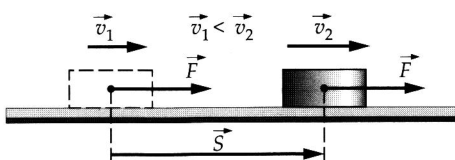
1. Mechaninė energija.
Fizikinis dydis, rodantis, kokį darbą gali atlikti kūnas ar kūnų sistema.

Skaliarinis dydis.
$[E] = 1$ J

2. Energija skirstoma:
   Kinetinė energija.
   Potencinė energija.
3. Kinetinė energija.
   Energija, kurios turi judantys kūnai.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

4. Darbo ir kinetinės energijos pokyčio ryšys.
   Kūną veikiančios jėgos (arba jų atstojamosios) darbas lygus kūno kinetinės energijos pokyčiui.

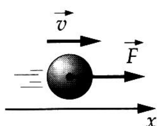


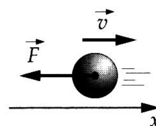
$$A = Fs.$$
$$F = ma.$$
$$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}.$$

$$A = m\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \cdot a; \quad \boxed{A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.}$$

$\boxed{A = E_{k2} - E_{k1}}$ – kinetinės energijos teorema.

Kūną veikiančių jėgų atstojamosios darbas lygus kūno kinetinės energijos pokyčiui.





- Kūno kinetinė energija didėja.
- Kūno kinetinė energija mažėja.

5. Fizikinė kinetinės energijos prasmė.
   Greičiu v judančio masės m kūno kinetinė energija lygi darbui, kurį turi atlikti kūną veikianti jėga, kad nejudantis kūnas įgytų greitį v.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 2 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 2 temos užduotys: ______________________________

____

PAMOKOS NR. 6/5

PAMOKOS TEMA: **Potencinė kūno energija**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Prisiminti, kas tai yra potencinė energija.
2. Išnagrinėti potencinės energijos pavyzdžių.
3. Paaiškinti potencinės energijos ir darbo ryšį.
4. Paaiškinti tampriai deformuoto kūno potencinę energiją.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- energija, jos vienetai;
- kinetinė kūno energija;
- darbo ir energijos ryšys.

Probleminis įvadas

Jau žinome, kad energija yra fizikinis dydis, rodantis, kokį darbą galėtų atlikti kūnas, jei susidarytų reikiamos sąlygos. Išnagrinėjome judančio kūno energiją, tačiau ir virš Žemės pakeltas kūnas, ir tampriai deformuotas kūnas ar suspaustos dujos taip pat gali atlikti darbą, vadinasi, jie taip pat turi energijos. Pavyzdžiui, užtvenktos upės vanduo suka hidroelektrinės turbinas, įtemptas lankas iššauna strėlę, suspaustos dujos išstumia iš pneumatinio šautuvo kulką ir t. t. Panagrinėkime, kaip galima kiekybiškai išreikšti šią energiją.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Potencinė energija.
   Energija, kurios turi pakeltas kūnas dėl sąveikos su kitais kūnais arba deformuotas kūnas dėl atskirų jo dalių tarpusavio sąveikos.
   $E_p = mgh.$
2. Sunkio jėgos veikiamo kūno potencinė energija.
   Sunkio jėgos darbas lygus potencinės energijos pokyčiui su minuso ženklu.
   $A = -mg(h_2 - h_1).$

$E_p = mgh$ – potencinė energija.

$A = -(E_{p2} - E_{p1})$; $\boxed{A = -\Delta\varepsilon_p.}$

3. Potencinės energijos ženklas ir absoliutinė vertė priklauso nuo nulinio lygio pasirinkimo.

   • Kai $E_{p2} - E_{p1} > 0$, tai $A < 0$; kai $E_{p2} - E_{p1} < 0$, tai $A > 0$.

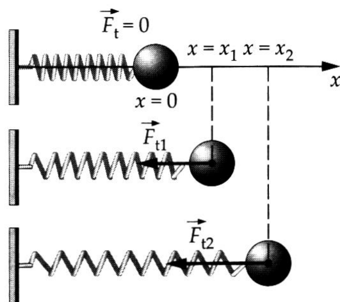
4. Tampriai deformuoto kūno potencinė energija.

$$\boxed{A_d = \frac{k}{2}\left(x_2^2 - x_1^2\right) = E_{p2} - E_{p1} > 0.}$$

Kai $x_1 = 0$, tai $\boxed{A_d = E_p = \frac{kx_2^2}{2}.}$

• Tampriai deformuoto kūno potencinė energija lygi darbui, kurį atliko deformuojanti jėga.

5. Tamprumo jėgos darbas.
   Tamprumo jėgos darbas lygus tampriai deformuoto kūno potencinės energijos pokyčiui su minuso ženklu.



$(F_{t1})_x = -kx_1$; $(F_{t2})_x = -kx_2$;

$$(F_{t\,vid})_x = \frac{(F_{t2})_x + (F_{t1})_x}{2};$$

$$(F_{t\,vid})_x = -\frac{k}{2}(x_2 + x_1).$$

$$A_t = (F_{t\,vid})_x\,(x_2 - x_1).$$

$$\boxed{A_t = -\frac{k}{2}\left(x_2^2 - x_1^2\right) < 0.}$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 3 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Suspaustos spyruoklės potencinė energija – DBK-9 m-27b-1.

PAMOKOS NR. 6/6

PAMOKOS TEMA: **Energijos tvermės dėsnis mechaniniuose procesuose**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti pilnutinės mechaninės energijos sąvoką.
2. Išnagrinėti pilnutinės mechaninės energijos tvermės dėsnį.
3. Išnagrinėti energijos virsmus.
4. Išnagrinėti mechaninės energijos tvermės dėsnio pavyzdžių.
5. Paaiškinti naudingumo koeficientą.
6. ______________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- potencinė energija;
- potencinės energijos pavyzdžiai;
- darbo ir potencinės energijos ryšys;
- tampriai deformuoto kūno potencinė energija.

Probleminis įvadas

Ankstesnėse pamokose aptarėme atskiras energijos rūšis. Tačiau sąveikaujantys kūnai tuo pačiu metu gali turėti ir kinetinės, ir potencinės energijos. Pavyzdžiui, dirbtinis Žemės palydovas turi kinetinės energijos, nes jis juda, bet, sąveikaudamas su Žeme visuotinės traukos jėga, jis turi ir potencinės energijos. Tai kaip šiuo atveju paskaičiuoti kūno turimą energiją?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Uždaroji kūnų sistema.
2. Pilnutinė energija.
   Kūno kinetinės ir potencinės energijos suma.
3. Energijos tvermės dėsnis.
   Uždarosios sistemos kūnų, veikiančių vienas kitą gravitacijos ir tamprumo jėgomis, pilnutinė mechaninė energija nekinta.

   $A = -(E_{p2} - E_{p1})$ – kūną veikiančios tamprumo arba sunkio jėgos darbas.

$A = E_{k2} - E_{k1}$ – kinetinės energijos teorema.

$E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1})$.

$\boxed{E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1}}$ – energijos tvermės dėsnis.

4. Energijos virsmai.
Bet kaip sąveikaujant kūnams, energija savaime neatsiranda ir neišnyksta, tik vienos rūšies energija virsta kitos rūšies energija.
5. Naudingumo koeficientas.
Fizikinis dydis, rodantis, kaip efektyviai mašina naudoja jai teikiamą energiją.
Fizikinis dydis, lygus naudingojo ir viso atlikto darbo santykiui, vadinamas naudingumo koeficientu:
   - Naudingasis darbas A_n.
   - Visas atliktas darbas A.

$$\boxed{\eta = \frac{A_n}{A} \cdot 100\%.}$$

6. Amžinasis variklis.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 6/7 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 6/7 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 5 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Potencinės energijos virsmas kinetine ir atvirkščiai – DBK-9 m-27a-1, m-27a-2, m-27b-2.

PAMOKOS NR. 6/7

PAMOKOS TEMA. **Laboratorinis darbas: mechaninės energijos tvermės dėsnio tyrimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti bendruosius eksperimentinio darbo gebėjimus: matavimų, paklaidų skaičiavimo.
2. ____

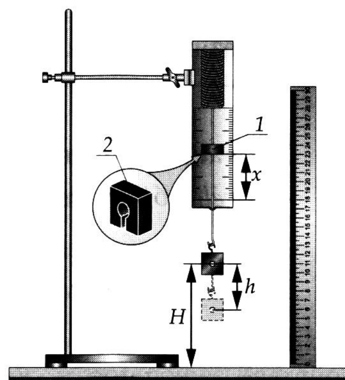
PAMOKOS EIGA

Laboratorinis darbas: mechaninės energijos tvermės dėsnio tyrimas.[1]

Darbo tikslas: palyginti du dydžius – prie spyruoklės prikabinto krintančio kūno potencinės energijos sumažėjimą ir ištemptos spyruoklės potencinės energijos padidėjimą.

Matavimo reikmenys: 1) dinamometras, kurio standumas 40 N/m; 2) matavimo liniuotė; 3) pasvaras iš mechanikos komplekto; pasvaro masė lygi (0,100 ± 0,002) kg.

Medžiagos: 1) fiksatorius; 2) stovas su mova ir laikikliu.



Darbui naudojamas pavaizduotas įrenginys. Jį sudaro prie stovo pritvirtintas dinamometras su fiksatoriumi *1*. Dinamometro spyruoklės tęsinys yra vielinis strypas su kabliuku. Fiksatorius (jo padidintas vaizdas parodytas šalia – pažymėtas skaičiumi *2*) – tai lengva kamščio plokštelė (matmenys 5 × 7 × 1,5 mm), peiliu įpjauta iki centro. Ji užmaunama ant dinamometro vielinio strypo. Fiksatorius turi slysti strypu lengvai, bet vis dėlto trintis turi būti pakankama, kad fiksatorius savaime neslystų žemyn. Tuo reikia įsitikinti pradedant dirbti: fiksatorius nuleidžiamas skalės apačion ant ribojančios apkabėlės, spyruoklė ištempiama ir paskui paleidžiama. Fiksatorius kartu su vieliniu strypu turi pakilti aukštyn ir parodyti maksimalų spyruoklės pailgėjimą, lygų atstumui nuo atramos iki fiksatoriaus.

Kai ant dinamometro kabliuko pakabintas pasvaras pakeliamas taip, kad spyruoklė būtų neištempta, pasvaro potencinė energija, pavyzdžiui, stalo atžvilgiu lygi mgH. Krintančio pasvaro (nusileidimo atstumu $x = h$) potencinė energija sumažėja dydžiu $E_1 = mgh$. Tuo tarpu deformuojamos spyruoklės energija padidėja dydžiu $E_2 = \frac{kx^2}{2}$.

[1] Laboratorinis darbas adaptuotas pagal *Kikoinas I., Kikoinas A.* Fizika 9. – Kaunas, Šviesa, 1987.

Darbo tvarka

1. Pasvarą iš mechanikos komplekto gerai pritvirtinkite prie dinamometro kabliuko.

2. Kilstelėdami pasvarą ranka, atpalaiduokite spyruoklę; nustatykite fiksatorių apačioje ties apkabėle.

3. Paleiskite pasvarą. Krisdamas jis ištemps spyruoklę. Nukabinkite pasvarą ir pagal fiksatoriaus padėtį išmatuokite liniuote maksimalų spyruoklės pailgėjimą x.

4. Bandymą pakartokite penkis kartus.

5. Apskaičiuokite $E_{1\ vid} = mgh_{vid}$ ir $E_{2\ vid} = \frac{kx_{vid}^2}{2}$.

6. Sudarykite rezultatų lentelę:

Bandymo numeris	x_{max}, **m**	$x_{vid} = h_{vid}$	$E_{1\ vid}$, **J**	$E_{2\ vid}$, **J**	$\frac{E_{1\ vid}}{E_{2\ vid}}$

7. Palyginkite santykį $\frac{E_{1\ vid}}{E_{2\ vid}}$ su vienetu ir padarykite išvadą apie energijos tvermės dėsnio patikrinimo paklaidą.

PAMOKOS NR. 7/1

PAMOKOS TEMA: **Mechaninio svyravimo rūšys**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti mechaninio svyravimo sampratą.
2. Išnagrinėti judėjimo periodiškumą.
3. Paaiškinti vidines ir išorines jėgas.
4. Išsiaiškinti laisvuosius ir priverstinius svyravimus.
5. Išsiaiškinti matematinę svyruoklę.
6. Išnagrinėti dydžius, apibūdinančius svyravimą.
7. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

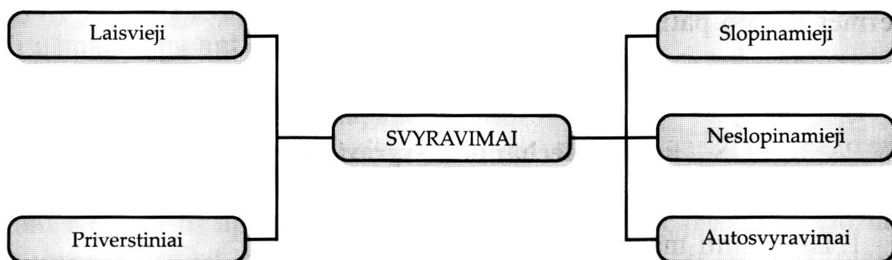
- slenkamasis judėjimas;
- sukamasis judėjimas;
- svyravimo pavyzdžiai.

Probleminis įvadas

Be nagrinėto kūnų slenkamojo judėjimo ir sukimosi, gamtoje yra dar vienos rūšies judėjimas – mechaninis svyravimas. Svyruoja laikrodžio svyruoklė, medžių šakos vėjyje, nuo vertikalės nukreiptos sūpuoklės, bangų supamas laivas, virpa skambanti smuiko styga, įvairių mechanizmų dalys ir t. t. Šioje temoje palyginsime kūno tiesiaeigį judėjimą ir svyravimą, išnagrinėsime dydžius, apibūdinančius mechaninį svyravimą.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Mechaninio svyravimo samprata.
   Tiksliai pasikartojantis judesys vadinamas periodiniu judesiu.
   Padėtis, kurioje kūną veikiančių jėgų suma lygi nuliui, vadinama pusiausvyros padėtimi.
   Mechaniniu svyravimu vadiname laikui bėgant periodiškai pasikartojantį judėjimą ta pačia trajektorija pusiausvyros padėties atžvilgiu.
2. Kūnų sistema.
   Grupė kūnų, kurių judėjimas nagrinėjamas, vadinama kūnų sistema.
   Jėgos, veikiančios tik tarp sistemos kūnų, vadinamos vidinėmis.
   Jėgos, kuriomis sistemos kūnus veikia kiti kūnai, nepriklausantys tai sistemai, vadinamos išorinėmis.
3. Svyravimai.



4. Laisvojo svyravimo sąlygos.
   • Išvedus kūną iš pusiausvyros padėties, sistemoje turi atsirasti jėga, grąžinanti kūną į pusiausvyros padėtį.
   • Trintis toje sistemoje turi būti nedidelė.
5. Matematinė svyruoklė.
   Sistema sudaryta iš mažo kūno, pakabinto ant ilgo netąsaus siūlo, kurio masė labai maža, palyginti su kūno mase.
6. Mechaninį svyravimą apibūdinantys dydžiai.
   • Svyravimo amplitudė.
   Didžiausias atstumas, kuriuo svyruojantis kūnas nutolsta nuo pusiausvyros padėties.
   Žymima A.

Matavimo vienetas – metras, 1 m.
• Savasis svyravimo dažnis.
Tai svyravimų skaičius per vieną sekundę.
Žymimas ν.
Matavimo vienetas – hercas, 1 Hz.
Savasis svyravimo dažnis lygus 1 Hz, jei per 1 s kūnas susvyruoja vieną kartą.

$[\nu] = 1\ \text{Hz} = 1\text{s}^{-1}$

1 kHz = 1000 Hz

1 MHz = 1 000 000 Hz

• Svyravimo periodas.
Laiko tarpas, per kurį kūnas susvyruoja vieną kartą.
•ymimas T.
Matavimo vienetas – sekundė, 1 s.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/1 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/1 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________

____

Demonstravimas

1. Laisvieji svyravimai – DBK-11 Sb-1a-1
2. Priverstiniai svyravimai – DBK-11 Sb-5a-1

PAMOKOS NR. 7/2

PAMOKOS TEMA: **Svyravimo lygtis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti harmoninio svyravimo sąvoką.
2. Išnagrinėti harmoninio svyravimo lygį.
3. Išsiaiškinti grafinį svyravimo vaizdavimą.
4. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

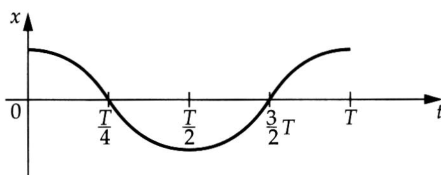
- mechaninis svyravimas;
- periodiškumas;
- vidinės ir išorinės jėgos;
- svyravimų rūšys;
- sąlygos, kuriomis atsiranda laisvieji svyravimai;
- matematinė svyruoklė;
- svyravimus apibūdinantys fizikiniai dydžiai.

Probleminis įvadas

Pagrindinis mechanikos uždavinys – nustatyti kūno padėtį bet kuriuo laiko momentu. Svyruojant kūnui, tai padaryti nelengva, nes kūną veikianti jėga nuolatos kinta. Šioje pamokoje, pasinaudodami mechaninio svyravimo ir judėjimo apskritimu panašumu, užrašysime svyravimo lygtį.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Harmoninis svyravimas.
   Nuo laiko priklausantis fizikinio dydžio periodiškas kitimas pagal sinuso arba kosinuso dėsnį.



$x = x_0 \cos \omega_0 t.$

2. Svyruojančio kūno koordinatės lygtis.

$$x = A \sin \varphi = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t.$$

3. Harmoninius svyravimus apibūdinantys dydžiai:
   - amplitudė x_m;
   - periodas T, $[T] = 1$ s;
   - dažnis ν, $[\nu] = 1\ s^{-1} = 1$ Hz;
   - kampinis dažnis $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$.

4. Grafinis svyravimo vaizdavimas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/2 skyrelio užduotys: ______________________________

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/2 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 7/3

PAMOKOS TEMA: **Laisvojo svyravimo energija**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti laisvojo svyravimo sąvoką.
2. Apibūdinti slopinamąjį svyravimą.
3. Išnagrinėti laisvojo svyravimo energijos virsmus.
4. Išnagrinėti matematinės svyruoklės svyravimo periodą.
5. Išnagrinėti prie spyruoklės pritvirtinto rutuliuko svyravimo periodą.
6. ______________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

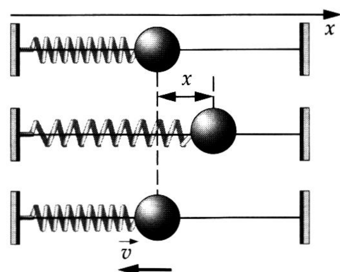
- harmoninis svyravimas;
- harmoninio svyravimo lygtis;
- grafinis svyravimo vaizdavimas.

Probleminis įvadas

Mechaninis svyravimas, kaip ir kitos judėjimo rūšys, yra susijęs su energijos kitimu. Judantis kūnas sąveikauja su kitais kūnais, todėl dalis jo mechaninės energijos virsta vidine atomų ir molekulių šiluminio judėjimo energija. Panagrinėkime, kokie energijos virsmai vyksta svyruojant kūnui.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Laisvojo svyravimo energija.



$E_p = \dfrac{kx^2}{2}$ – rutuliuko (spyruoklės) potencinė energija;

$E_k = \dfrac{mv^2}{2}$ – rutuliuko kinetinė energija;

$E_k = \dfrac{mv_m^2}{2}$ – per pusiausvyros padėtį pereinančio rutuliuko kinetinė energija.

$$E = E_k + E_p = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}.$$

2. Slopinamasis svyravimas.
Svyravimas, kurį slopina pasipriešinimo jėgos.
3. Svyravimo dėsniai.
• Prie spyruoklės pritvirtinto rutuliuko svyravimo periodas.
Spyruoklinės svyruoklės svyravimo periodas yra tiesiogiai proporcingas kvadratinei šakniai iš svyruoklės masės ir atvirkščiai proporcingas kvadratinei šakniai iš svyruoklės standumo koeficiento.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

• Matematinės svyruoklės svyravimo periodas.
Svyravimo periodas yra tiesiogiai proporcingas kvadratinei šakniai iš svyruoklės ilgio ir atvirkščiai proporcingas kvadratinei šakniai iš laisvojo kritimo pagreičio.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/3 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/3 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Matematinė svyruoklė – DBK-11 Sb-3a-1.

PAMOKOS NR. 7/4

PAMOKOS TEMA: **Mechaninis rezonansas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti neslopinamąjį svyravimą.
2. Išsiaiškinti mechaninį rezonansą.

3. Išnagrinėti mechaninio rezonanso pavyzdžių.
4. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

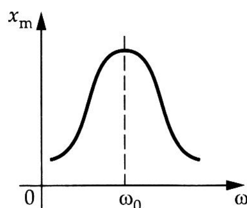
- slopinamasis svyravimas;
- laisvojo svyravimo energija;
- matematinės svyruoklės svyravimo periodas;
- prie svyruoklės prikabinto rutuliuko svyravimo periodas.

Probleminis įvadas

Laisvieji svyravimai per tam tikrą laiką visada nuslopsta, todėl jie retai taikomi praktikoje. Didžiausią reikšmę turi neslopinamieji svyravimai, kurie gali trukti neribotai ilgai.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Neslopinamasis svyravimas.
   Svyravimas, kurį palaiko periodinė išorinė jėga.
2. Savasis svyravimų dažnis.
   Laisvojo svyravimo dažnis, priklausantis nuo sistemos parametrų.
3. Mechaninis rezonansas.



- Didelis kūno priverstinių svyravimų amplitudės padidėjimas, kai sistemą veikiančios išorinės jėgos kitimo dažnis sutampa su kūno laisvųjų svyravimų dažniu, vadinamas rezonansu.

- Rezonansui galioja energijos tvermės dėsnis.
- Išorinė jėga veikia į taktą su laisvaisiais svyravimais.
- Nusistovėjus svyravimams, išorinės jėgos darbas lygus neigiamam trinties jėgos darbui.
- Kuo mažesnė trintis, tuo didesnė amplitudė.

4. Rezonanso pritaikymas ir žalingas veikimas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/4 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/4 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 7 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Priverstiniai svyravimai – DBK-11 Sb-5a-1.
2. Rezonansas – DBK-11 Sb-6a-1, Sb-6b-1.

PAMOKOS NR. 7/5

PAMOKOS TEMA. **Laboratorinis darbas: laisvo kritimo pagreičio nustatymas svyruokle**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Ugdyti bendruosius eksperimentinio darbo gebėjimus.
2. ____________________

PAMOKOS EIGA

Laboratorinis darbas: laisvo kritimo pagreičio nustatymas svyruokle.[1]

Darbo tikslas: apskaičiuoti laisvojo kritimo pagreitį, remiantis matematinės svyruoklės svyravimo periodo formule

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}. \qquad (1)$$

Pirmiausia reikia išmatuoti svyravimo periodą ir svyruoklės ilgį. Tuomet, remiantis (1) formule, galima apskaičiuoti laisvojo kritimo pagreitį:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}. \qquad (2)$$

Matavimo reikmenys: 1) laikrodis su sekundine rodykle; 2) matavimo juosta ($\Delta_j = 0{,}5$ cm).

Medžiagos: 1) pragręžtas rutuliukas; 2) siūlas; 3) stovas su mova ir žiedu.

Darbo tvarka

1. Ant stalo krašto pastatykite stovą. Jo viršutiniame gale įtvirtinkite mova žiedą ir prikabinkite prie jo siūlą su rutuliuku. Rutuliukas turi kaboti 3–5 cm atstumu nuo paviršiaus.

[1] Adaptuotas laboratorinio darbo aprašymas remiantis: *I. Kikoinas, A. Kikoinas.* Fizika 9 klasei, Kaunas, Šviesa, 1987.

2. Matavimo juosta išmatuokite svyruoklės ilgį.
3. Svyruoklę pastūmėkite iš pusiausvyros padėties 5–8 cm ir paleiskite.
4. Apskaičiuokite, per kiek laiko Δt svyruoklė susvyruoja 40 (N) kartų.
5. Dar keletą kartų išmatuokite trukmę Δt (nekeisdami bandymo sąlygų) ir raskite vidurkį Δt_{vid}.
6. Apskaičiuokite svyravimo periodo vidurkį T_{vid} pagal vidurkį Δt_{vid}.
7. Apskaičiuokite g_{vid}, remdamiesi formule

$$g_{vid} = \frac{4\pi^2 l}{T_{vid}^2}. \qquad (3)$$

8. Gautus rezultatus surašykite lentelėje:

Bandymo numeris	**l, m**	**N**	**Δt, s**	**Δt_{vid}, s**	**$T_{vid} = \frac{\Delta t_{vid}}{N}$**	**g_{vid}, $\frac{m}{s^2}$**

9. Gautą vidutinę vertę g_{vid} palyginkite su verte $g = 9{,}8$ m/s^2 ir apskaičiuokite santykinę matavimo paklaidą ε_g:

$$\varepsilon_g = \frac{|g_{vid} - g|}{g}.$$

PAMOKOS NR. 7/6

PAMOKOS TEMA: **Mechaninės bangos**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti mechaninės bangos sąvoką.
2. Išnagrinėti skirtumą tarp svyravimo ir bangos.
3. Išnagrinėti bangų rūšis.
4. Išnagrinėti bangų sklidimą skirtingomis terpėmis.
5. Išsiaiškinti bangas apibūdinančius fizikinius dydžius.
6. Paaiškinti bangos energiją.
7. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- neslopinamasis svyravimas;
- savasis svyravimų dažnis;
- mechaninis rezonansas;
- mechaninio rezonanso pavyzdžiai.

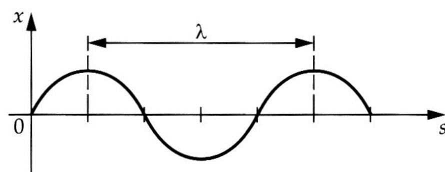
Probleminis įvadas

Bangas teko matyti arba apie jas girdėti kiekvienam. Daugelis grožėjotės jūros bangomis, maudydamiesi ar mėtydami į vandenį akmenukus, ne kartą priversdavote banguoti lygų ežero paviršių. Pučiant vėjui, galime pamatyti, kaip banguoja javų laukai. Ar pagalvojote, kad bangavimas yra fizikinis reiškinys? Kas yra banga? Kodėl ji atsiranda ir kaip plinta?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Bangos sąvoka.
   Tai svyravimo sklidimas erdvėje laikui bėgant.
   Bangos, sklindančios kurioje nors terpėje (dujose, skysčiuose, kietuose kūnuose), vadinamos mechaninėmis bangomis.
2. Bangų sklidimo modelis.
3. Bangą apibūdinantys fizikiniai dydžiai.
   - Bangos ilgis.

   Atstumas, kuriuo išplinta svyravimas per laiko tarpą, lygų vienam periodui.
   Trumpiausias atstumas tarp dviejų artimiausių sinchroniškai (vienodomis fazėmis) svyruojančių taškų.



$[\lambda] = 1$ m.

   - Bangos sklidimo greitis.

   Lygus jo ilgio ir svyravimo dažnio sandaugai.

$$v = \frac{\lambda}{T}; \qquad v = \lambda\nu.$$

$[v] = 1$ m/s.

   Mechaninių bangų sklidimo greitis yra baigtinis ir priklauso nuo terpės. Greičiausiai mechaninės bangos sklinda kietaisiais kūnais, lėčiausiai – dujomis.
4. Mechaninių bangų rūšys.
   - Skersinės bangos.

   Bangos, kurių dalelės svyruoja statmenai bangos sklidimo krypčiai. Sklinda tik kietuose kūnuose, išimtis – vandens paviršius.
   - Išilginės bangos.

   Bangos, kurių dalelės svyruoja išilgai svyravimo sklidimo tiesės. Sklinda bet kokia terpe: dujomis, skysčiais, kietaisiais kūnais.
5. Bangos energija.
   Svarbiausia savybė – banga perneša energiją, nepernešant medžiagos.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Skersinės ir išilginės bangos – DBK-11 Sb-22a-1, Sb-22a-2.

PAMOKOS NR. 7/7

PAMOKOS TEMA: **Garsas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti garso atsiradimo priežastis.
2. Išnagrinėti, kaip sklinda garsas.
3. Išnagrinėti, nuo ko priklauso garso sklidimo greitis.
4. Išnagrinėti, nuo ko priklauso garso stipris ir garso tono aukštis.
5. Išsiaiškinti ultragarsą ir infragarsą.
6. Išsiaiškinti, kas tai yra triukšmas.
7. Aptarti triukšmo sukeliamą žalą.
8. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- mechaninės bangos;
- bangos ilgis;
- bangos sklidimo greitis;
- skersinė banga;
- išilginė banga;
- bangos energija.

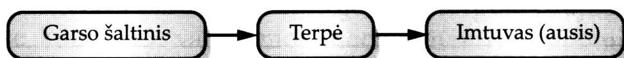
Probleminis įvadas

Aplinką paprastai suvokiame kaip visumą. Matome namus, mašinas, miškus, žmones. Daugelį daiktų galime palytėti, pačiupinėti, paragauti, užuosti. Tačiau žmogų supa ir garsų pasaulis. Garsai yra tai, ką girdi ausis. Mes girdime žmonių balsus, paukščių čiulbėjimą, muzikos instrumentų skambėjimą,

miško ošimą, griaustinį per audrą. Gaudžia veikiančios mašinos, ūžia važiuojantis transportas. Kas gi yra garsas? Kaip jis atsiranda? Kuo vieni garsai skiriasi nuo kitų?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Akustika.
   Fizikos mokslo skyrius, nagrinėjantis garso reiškinius.
2. Garso atsiradimo priežastis.
   Mechaniniai terpės virpesiai.
3. Garso plitimo schema:



4. Garsų rūšys pagal bangos formą ir pobūdį:
   - garso smūgiai;
   - ūžesiai;
   - muzikiniai garsai.
5. Garso sklidimo greitis.
   Kuo tankesnė terpė, tuo didesnis garso greitis joje.
   Garso bangos vakuume nesklinda.
6. Garso stipris.
   Priklauso nuo virpesių amplitudės.
7. Garso aukštis.
   Priklauso nuo virpesių dažnio.
   Žmogaus ausis girdi garsus, kurių dažnis – nuo 16 Hz iki 20 000 Hz.
8. Ultragarsas.
   Garsas, kurio dažnis didesnis už girdimo garso ribą.
9. Infragarsas.
   Garsas, kurio dažnis mažesnis už girdimo garso ribą.
10. Triukšmas.
    Fizikiniu požiūriu triukšmas nuo muzikinio garso skiriasi tuo, kad triukšmui nebūdingas apibrėžtas virpesių dažnis. Triukšmą sudaro skirtingų amplitudžių ir įvairaus dažnio virpesiai.
    Matuojamas belais (žymima B).
11. Triukšmo sukeliama žala.
    - pažeidžia žmogaus klausą;
    - skatina streso hormonų išsiskyrimą;
    - turi įtakos kalbos suvokimui ir neigiamai veikia mokymosi procesą.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/6 ir 7/8 skyrelių užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/6 ir 7/8 skyrelių užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Garso sklidimas įvairiose aplinkose, tono aukščio priklausomybė nuo svyravimų dažnio – DBK-11 Sb-23a-2; Sb-23b-1.

PAMOKOS NR. 7/8

PAMOKOS TEMA: **Mechaninių bangų interferencija ir difrakcija**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti bangų superpozicijos principą.
2. Išnagrinėti bangų interferenciją.
3. Išsiaiškinti koherentines bangas.
4. Išnagrinėti bangų difrakciją.
5. Išsiaiškinti maksimumo ir minimumo sąlygas.
6. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

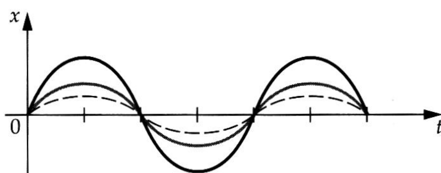
- akustika;
- garso sklidimo greitis;
- garso stipris;
- garso aukštis;
- ultragarsas;
- infragarsas.

Probleminis įvadas

Iki šiol susidurdavome su viena banga, sklindančia iš šaltinio. Tačiau labai dažnai aplinkoje vienu metu sklinda kelios skirtingos bangos. Pavyzdžiui, kai kambaryje vienu metu kalbasi keletas žmonių, kelios garso bangos eina viena per kitą. Kas tada įvyksta? Gana dažnai banga savo kelyje sutinka kliūtis. Kaip ji sklinda toliau? Į šiuos klausimus ir pamėginsime atsakyti šioje pamokoje.

II. Nauja mokomoji medžiaga

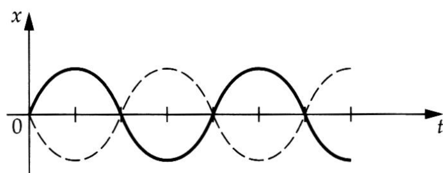
1. Superpozicijos (sudėties) principas.
   Jei dvi ar daugiau bangų juda toje pačioje vietoje, tai jų atstojamoji gaunama sudedant atskiras bangas.
   Interferencinis vaizdas.
2. Interferencija.
   Dviejų (arba daugiau) bangų sudėtis, kai kiekviename erdvės taške atstojamojo svyravimo amplitudė laikui bėgant nekinta.
3. Koherentinės bangos:
   - bangų šaltinių dažniai yra vienodi;
   - fazės sutampa arba fazių skirtumas pastovus.
4. Maksimumų sąlyga.
   Kai dviejų bangų, sukeliančių svyravimą, eigos skirtumas tam tikrame taške lygus sveikam bangų skaičiui, terpės svyravimo amplitudė tame taške yra didžiausia.



- Maksimumų sąlyga:

$\Delta d = k\lambda$, $k = 0, 1, 2, ...$

5. Minimumų sąlyga.



- Minimumų sąlyga:

$$\Delta d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad k = 0, 1, 2, ...$$

   Kai dviejų bangų, sukeliančių svyravimą, eigos skirtumas tam tikrame taške lygus nelyginiam pusbangių skaičiui, terpės svyravimo amplitudė tame taške yra mažiausia.
6. Difrakcija.
   Bangų nukrypimas nuo tiesaus kelio, kliūčių aplenkimas.
   Difrakcija vyksta tada, kai kliūčių (plyšio) matmenys mažesni už bangos ilgį.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 7/7 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 7/7 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 8 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Bangų interferencija vandens paviršiuje – DBK-11 Sb-28a-1, Sb-28a-2.
2. Garso bangų interferencija – DBK Sb-29a-1.
3. Bangų difrakcija vandens paviršiuje – DBK-11 Sb-30a-1.
4. Garso bangų difrakcija DBK-11 Sb-31a-1.

PAMOKOS NR. 7/9

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su mechaninių svyravimų ir mechaninių bangų parametrų apskaičiavimu.
3. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
4. ______________________________________

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Koks svyravimas vadinamas mechaniniu?
2. Ar vyksta mechaniniai svyravimai žmogaus organizme? Jei taip, pateikite pavyzdžių.
3. Kokie svyravimai vadinami priverstiniais? Kas vyksta, kai priverstinių svyravimų dažnis sutampa su savųjų svyravimų dažniu? Pateikite pavyzdžių.
4. Ar visi bangos taškai svyruoja tuo pačiu dažniu?
5. Kas yra mechaninė banga?
6. Kokias mechaninių bangų rūšis žinote?
7. Apibūdinkite skersinę ir išilginę bangą. Pateikite jų pavyzdžių.
8. Valtis supasi ant bangų, kurios sklinda 2,5 m/s greičiu. Atstumas tarp dviejų artimiausių bangos keterų – 7,5 m. Apskaičiuokite valties svyravimo dažnį ir periodą.
9. Kodėl svyravimas nuslopsta? Kuo tai reiškiasi? Kaip tai įrodyti?
10. Kuriuose trajektorijos taškuose kūnas turi tik kinetinės energijos?
11. Per 3 s svyruoklė susvyruoja 6 kartus. Apskaičiuokite svyravimo dažnį.

II variantas

1. Kokius svyravimus vadiname laisvaisiais? Pateikite tokių svyravimų pavyzdžių.
2. Kūno svyravimo dažnis yra 10 Hz. Kaip tai suprasti? Kam lygus šio svyravimo periodas?
3. Kokį kelią pasvaras, pakabintas ant spyruoklės, nueina per laiko tarpą, lygų svyravimo periodui, jei didžiausias atsilenkimas nuo pusiausvyros padėties yra x_m?
4. Pereinant pusiausvyros tašką, svyruoklės greitis yra 4 m/s. Apskaičiuokite pasvaro kinetinę energiją, jei jo masė 100 g.
5. Kokios bangos vadinamos skersinėmis? Pateikite pavyzdžių. Kokiais kūnais jos gali sklisti ir kodėl?
6. Kokios bangos vadinamos išilginėmis? Kokiomis terpėmis jos gali sklisti ir kodėl?
7. Kas yra svyravimų periodas?
8. Per 20 s plūduras susvyravo ant bangų 40 kartų. Atstumas tarp dviejų gretimų bangos keterų – 2,4 m. Apskaičiuokite šių bangų sklidimo greitį.
9. Per 10 min. žmogus įkvepia 200 kartų. Kokiu dažniu kvėpuoja žmogus?
10. Kaip vadinamas bangų nukrypimas nuo tiesaus kelio ir užlinkimas už kliūties?
11. Kas vyksta tam tikrame vandens paviršiaus taške, jei tuo pačiu metu susitinka dvi bangos – viena savo įduba, o kita iškiluma?

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos IX klasei, II dalis, 7–8 temos.

PAMOKOS NR. 8.1

PAMOKOS TEMA: **Reliatyvumo teorijos samprata. Vienalaikiškumo ir laiko tarpų reliatyvumas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Taikant vidinius integracinius ryšius, priminti reliatyvumo sąvokos sampratą.
2. Formuoti naują, reliatyvistinį požiūrį į laiką.
3. Palyginti laiko sampratą klasikinėje mechanikoje ir reliatyvistinėje mechanikoje.
4. Paaiškinti vienalaikiškumo reliatyvumą.
5. Atskleisti reliatyvistinį požiūrį į laiko intervalus.

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

Prisimindami klasikinę mechaniką, apibūdinkite:

- pagrindines mechanikos sąvokas;
- pagrindinius mechanikos dėsnius;
- greičių sudėties taisyklę.

Pateikite pavyzdžių, kur taikoma greičių sudėties taisyklė, kai:

- kūnas juda ta pačia kryptimi kaip ir judanti atskaitos sistema;
- kūnas juda priešinga kryptimi judančios atskaitos sistemos greičio atžvilgiu;
- kūno greitis nukreiptas tam tikru kampu judančios atskaitos sistemos greičio atžvilgiu.

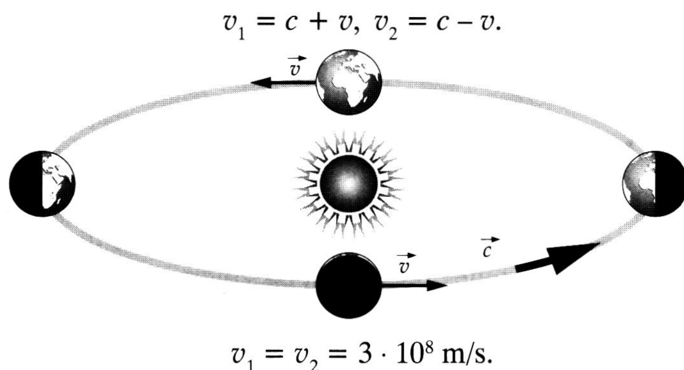
Probleminis įvadas

Kas yra laikas? Taikydami tam tikras formules, mokėtės laiką apskaičiuoti per matematikos, fizikos pamokas. Buityje laiką matuojate laikrodžiais. Laiko sąvoką nagrinėja filosofai. Įvairaus laiko intervalai (natos) nagrinėjami muzikoje. Laikas nagrinėjamas ir geografijoje – laiko juostos, vietinis, Saulės laikas. Laikas yra ir lietuvių liaudies pasakų objektas – prisiminkite pasaką, kaip ponas dieną ilgino. Per šią pamoką mes dar kartą grįšime prie laiko sąvokos ir spręsime problemą, kaip galima „pailginti“, „sutrumpinti“ laiko intervalus. Klasikinėje mechanikoje sąvokos „anksčiau“, „dabar“ ir „vėliau“ yra absoliučios ir nepriklauso nuo atskaitos sistemos. Bandysime atsakyti, ar visuomet tai teisinga.

II. Naujos pamokos turinys

1. Reliatyvumo teorijos prielaidos:
   - Alberto Maikelsono ir Eduardo Morlio eksperimentas

$$v_1 = c + v,\ v_2 = c - v.$$



$$v_1 = v_2 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

2. Specialioji reliatyvumo teorija nagrinėja fizikinius reiškinius, vykstančius tik inercinėse atskaitos sistemose.
3. Bendroji reliatyvumo teorija nagrinėja fizikinius reiškinius, vykstančius neinercinėse atskaitos sistemose.
4. Specialiosios reliatyvumo teorijos postulatai:

• visi gamtos reiškiniai bet kurių inercinių atskaitos sistemų atžvilgiu vienodomis sąlygomis vyksta vienodai. Jokiais fizikiniais bandymais, atliekamais uždarose sistemose, negalima nustatyti, ar sistema nejuda, ar juda tiesiai ir tolygiai;
• šviesos greitis vakuume yra vienodas visose inercinėse atskaitos sistemose ir nepriklauso nei nuo šviesos šaltinio, nei nuo stebėtojo greičio. Greitis c yra ribinis bet kurių signalų sklidimų greitis.

5. Vienalaikiškumas yra reliatyvus. Šio reliatyvumo priežastis – baigtinis signalo sklidimo greitis.
6. Dideliu greičiu judančiose atskaitos sistemose laikas sulėtėja.

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}};$$

čia v – judančios sistemos greitis, c – šviesos greitis. (8.2) sąryšis vadinamas Lorenco formule. Ji rodo, kad to paties įvykio trukmė yra skirtinga, reliatyvi. Kuo artimesnis šviesos greičiui judančios sistemos greitis (v), tuo labiau joje sulėtėja laikas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 8.1
Raštu: iš fizikos uždavinyno ______________________________

IV. Namų darbai

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 8.1
Raštu: iš fizikos vadovėlio klausimai ir užduotys ____________________

Demonstravimas

PAMOKOS NR. 8.2

PAMOKOS TEMA: **Ilgio reliatyvumas. Reliatyvistinė dinamika**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Paaiškinti kūno ilgio priklausomybę nuo greičio.
2. Paaiškinti kūno masės priklausomybę nuo greičio.
3. Atskleisti kūno masės ir energijos sąryšį reliatyvistinėje mechanikoje.

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

• kūno ilgis, kaip absoliutus dydis;
• kūno ilgio matavimas;
• kūno masė;

- kūno masės matavimas;
- inercija;
- fizikos tyrimo objektas.

Probleminis įvadas

Mokydamiesi klasikinės mechanikos, apibrėžėme, kas yra kūno ilgis ir masė. Klasikinėje mechanikoje šie dydžiai yra absoliutūs ir nekintami. Pavyzdžiui, akivaizdu, kad nejudančio ir judančio automobilio ilgis išlieka toks pat. Riedančio sporto aikštele kamuolio masė nesiskiria nuo sustojusio kamuolio masės. Mintis, kad minėti fizikiniai dydžiai gali priklausyti nuo judėjimo arba rimties buitinėje aplinkoje atrodo netgi absurdiški. Tačiau ji nekelia nuostabos reliatyvistinėje mechanikoje. Tai ir aiškinsimės per šią pamoką.

II. Naujos pamokos turinys

1. Kūno ilgio priklausomybė nuo greičio:
   - reliatyvistinėje mechanikoje kūno ilgis nėra absoliutus dydis. Jis priklauso nuo kūno judėjimo greičio. Judančio ir nejudančio kūno ilgį sieja formulė:
   judantis kūnas sutrumpėja. Jo ilgis

   $$l = l_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}};$$

   čia l_0 – savasis kūno ilgis, t. y. ilgis su judančiu kūnu susietoje atskaitos sistemoje, l – to paties kūno ilgis nejudančioje atskaitos sistemoje.
2. Kūno masės priklausomybė nuo greičio.
   Kūno masė priklauso nuo greičio: greičiui didėjant, masė taip pat didėja. Judančio kūno masė apskaičiuojama pagal formulę

   $$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}};$$

   čia m_0 – nejudančio kūno masė, arba rimties masė, m – judančio kūno masė.
   Pilnutinė kūno energija yra tiesiogiai proporcinga jo masei.
3. Kūno masės ir energijos sąryšis. Pagal reliatyvumo teoriją medžiaga ir laukas iš esmės nesiskiria vienas nuo kito: turėdama masę, medžiaga turi ir energijos, turėdamas energijos, laukas turi masę.

   $$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

   Rimties energija $E = m_0c^2$ – tai energija, kurios turi kiekvienas nejudantis kūnas.

4. Pilnutinė kūno energija yra tiesiog proporcinga jo masei.

$$E = mc^2.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 8.2
Raštu: iš fizikos uždavinyno ______________________

IV. Namų darbai

Žodžiu: iš fizikos vadovėlio § 8.2
Raštu: iš fizikos vadovėlio klausimai ir užduotys ______________

Demonstravimas

PAMOKOS NR. 9/1

PAMOKOS TEMA: **Pagrindiniai MKT teiginiai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti, ką nagrinėja šiluminiai reiškiniai.
2. Apibūdinti pagrindinius MKT teiginius.
3. Pateikti pavyzdžių, įrodančių pagrindinius MKT teiginius.
4. Išnagrinėti, kas tai yra medžiagos kiekis.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- reliatyvumo teorijos postulatai;
- vienalaikiškumo principas;
- laiko reliatyvumas;
- ilgio reliatyvumas.

Probleminis įvadas

Be mechaninio judėjimo, labiausiai pastebimi reiškiniai susiję su temperatūros kitimu. Mechaninis judėjimas nesukelia kokių nors esminių kūno pokyčių, o šildomas ar šaldomas kūnas gali neatpažįstamai pasikeisti. Pavyzdžiui, kaitindami vandenį, jį galime paversti nematomais garais, o šaldydami – ledo gabalu. Dėl šių virsmų nesistebime tik todėl, kad esame prie jų pripratę. Šioje pamokoje išsiaiškinsime pagrindinius teiginius ir fizikinius dydžius apibūdinančius šiluminius reiškinius.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Šiluminis judėjimas.
Medžiagą sudarančių atomų ir molekulių netvarkingas judėjimas.

2. Šiluminiai reiškiniai.
Fizikiniai reiškiniai, priklausantys nuo atomų ir molekulių šiluminio judėjimo.
3. Molekulinė kinetinė teorija (MKT).
Ji remiasi nuostata, kad visi kūnai sudaryti iš netvarkingai judančių dalelių.
4. Makroskopiniai kūnai.
Mus supantys kūnai, sudaryti iš daugelio atomų ir molekulių.
5. Pagrindiniai MKT teiginiai.
Medžiagos sudarytos iš dalelių:
- molekulių,
- atomų,
- jonų,
- elektronų.

Dalelių matmenys: volframo atomo skersmuo lygus $2 \cdot 10^{-8}$ cm, vandenilio molekulės – $2{,}3 \cdot 10^{-8}$ cm. Dalelių matmenys nustatomi pagal alyvos pasklidimo plotą vandens paviršiuje elektroniniu mikroskopu, joniniu projektoriumi.
Dalelės be paliovos netvarkingai juda:
- difuzija,
- Brauno judėjimas (1827 m.).

Dalelės sąveikauja viena su kita:
- traukia
- stumia

→ • molekulinės jėgos (elektromagnetinės).

6. Molekuliniai (atominiai) dydžiai.
Medžiagos santykine molekuline (atomine) mase M_r vadiname tos medžiagos molekulės (atomo) masės m_0 ir 1/12 anglies atomo masės m_{0C} santykį:

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_0 c}; \quad \frac{1}{12} m_0 c = 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Medžiagos kiekis.
- Medžiagos kiekiu ν vadiname kūno molekulių skaičiaus N ir Avogadro skaičiaus N_A santykį:

$$\nu = \frac{N}{N_A}; \quad N = \nu N_A.$$

Molis.
- Molis – medžiagos kiekis, kuriame molekulių arba atomų yra tiek pat, kiek atomų 12 g anglies ^{12}C.

Avogadro skaičius $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}.
Molio masė – kūno masės ir jo medžiagos kiekio santykis:

$$M = \frac{m}{\nu}, \; M = m_0 N_A, \; m = m_0 N, \; m = m_0 \nu N_A.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 9/2

PAMOKOS TEMA: **Šiluminis molekulių judėjimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti Brauno judėjimą.
2. Išsiaiškinti difuzijos reiškinį.
3. Paaiškinti molekulių judėjimo greitį.
4. Paaiškinti molekulių sąveikos jėgas.
5. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- šiluminis judėjimas;
- šiluminių reiškinių pavyzdžiai;
- molekulinė kinetinė teorija;
- pagrindiniai MKT teiginiai;
- medžiagos kiekis.

Probleminis įvadas

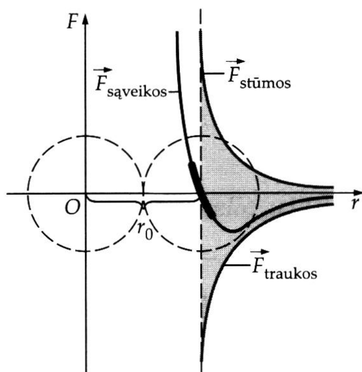
Visus kūnus sudaro atomai ir molekulės. Šiluminiai reiškiniai vyksta kūnų viduje, juos visiškai apibūdina tų dalelių judėjimas. Molekulės juda netvarkingai. Kiekviena molekulė, susidurdama su kitomis, nuolat keičia savo greitį. Šioje pamokoje ir aptarsime, kas įrodo ir patvirtina šį judėjimą.

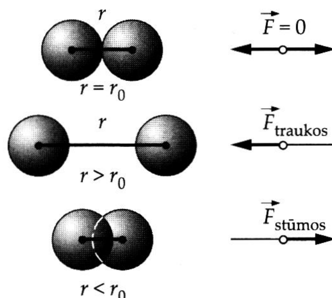
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Brauno judėjimas.
   Skysčiuose (arba dujose) esančių dalelių šiluminis judėjimas.
2. Difuzija.
   Savaiminis skirtingų medžiagų maišymasis.

3. Molekulių greičiai.
   O. Šterno metodas.
4. Molekulių sąveika:
   - molekulių traukos jėga;
   - molekulių stūmos jėga.

   Molekulių stūmos ir traukos jėgos vadinamos artisiekėmis jėgomis.





III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Difuzijos reiškinys – DBK-10 Mf-2b-1.
2. Brauno judėjimo mechaninis modelis – DBK-10 Mf-1a-2.
3. Molekulių sąveikos jėgos – DBK Mf-3a-1, Mf-3b-1.

PAMOKOS NR. 9/3

PAMOKOS TEMA: **Makroskopinių medžiagos savybių ir makroskopinės sandaros ryšys**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Apibūdinti medžiagos būsenos sąvoką.

2. Paaiškinti kietąją medžiagos būseną.
3. Paaiškinti skystąją medžiagos būseną.
4. Paaiškinti dujinę medžiagos būseną.
5. Paaiškinti, kas tai yra plazma.
6. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- šiluminis judėjimas;
- Brauno judėjimas;
- difuzija;
- molekulių greičiai;
- molekulių sąveika.

Probleminis įvadas

Molekulinė kinetinė teorija padeda suprasti, kodėl medžiaga gali būti dujinė, skysta, kieta ir plazminės būsenos. Ta pati medžiaga įvairiomis sąlygomis gali būti kelių būsenų. Pasiaiškinkime, kuo panašios ir kuo skiriasi medžiagų būsenos.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Medžiagos būsenos:
   - kietieji kūnai;
   - skysčiai;
   - dujos;
   - plazma.
2. Kietieji kūnai:
   - pastovus tūris, pastovi forma, nespūdūs;
   - maži atstumai tarp dalelių;
   - kristalinė sandara;
   - dalelės svyruoja apie tam tikrą nuolatinę pusiausvyros padėtį.
3. Skysčiai:
   - pastovus tūris, nepastovi forma, mažai spūdūs;
   - maži atstumai tarp dalelių;
   - dalelės svyruoja apie tam tikrą pusiausvyros padėtį, kuri nuolat kinta.
4. Dujos:
   - nepastovus tūris, nepastovi forma, spūdžios;
   - dideli atstumai tarp dalelių;
   - silpna trauka, dalelės juda dideliais greičiais.
5. Plazma:
   - iš dalies arba visai jonizuotos dujos, kurių teigiamųjų ir neigiamųjų krūvininkų tankis beveik vienodas;

- elektriškai neutrali sistema;
- sudaro 99,9 % visos Visatos medžiagos.

Žaibas, šiaurės pašvaistė – tai vis plazmos dariniai.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/3 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/3 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 9/4

PAMOKOS TEMA: **MKT lygtis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti idealiųjų dujų sampratą.
2. Išsiaiškinti dujų slėgį.
3. Išsiaiškinti dujų molekulių greitį.
4. Paaiškinti pagrindinę MKT lygties fizikinę prasmę.
5. Paaiškinti, kas tai yra vakuumas.
6. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- medžiagos būsenos;
- kietieji kūnai;
- skysčiai;
- dujos;
- plazma.

Probleminis įvadas

Šiandien nagrinėsime kiekybinę dujų teoriją. Iš pradžių susipažinsime su pagrindinėmis sąvokomis: idealiosios dujos, idealiųjų dujų slėgis ir greitis, išsiaiškinsime pagrindinę MKT lygtį.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Idealiosios dujos.
   Fizikinis modelis. Idealiųjų dujų $E_p = 0$.
   Idealiosioms dujoms artimos realiosios dujos:

   - $E_k \gg E_p$;
   - atstumai tarp molekulių daug didesni už pačias molekules;
   - molekulės laikomos mažais kietais rutuliukais, turinčiais masę;
   - atskiros molekulės juda pagal Niutono mechanikos dėsnius.

   Slėgis $p = \frac{F}{S}$. 1 Pa = $7{,}5 \cdot 10^{-3}$ mm Hg.

2. Idealiųjų dujų slėgis.
   Dujų atomų ir molekulių atstojamoji jėga, tenkanti ploto vienetui, yra dujų slėgis.

   $$p = \frac{F}{S}.$$

3. Idealiųjų dujų molekulių greičiai.

   $$\overline{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \ldots + v_N^2}{N}.$$

   $$\boxed{\overline{v}_x^2 = \frac{1}{3}\overline{v}^2.}$$

4. Pagrindinė MKT lygtis.
   Idealiųjų dujų slėgis yra tiesiog proporcingas molekulės masės, molekulių skaičiaus tūrio vienete ir molekulių greičio kvadrato vidurkio sandaugai.

   $$\boxed{p' = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v}^2.}$$

   Idealiųjų dujų slėgis yra tiesiogiai proporcingas molekulių slenkamojo judėjimo vidutinei kinetinei energijai.

   $$p = \frac{2}{3} n \overline{E}.$$

5. Vakuumas.
   Labai smarkiai praretintos realiosios dujos vadinamos vakuumu.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/4 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/4 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

1. Dujų slėgio modelis – DBK-10 Mf-11a-2; Mf-11a-3.
2. Dujų slėgis – DBK-10 Mf-11a-1.

PAMOKOS NR. 9/5

PAMOKOS TEMA: **Temperatūra ir jos matavimas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti makroskopinius parametrus.
2. Išsiaiškinti šiluminę dujų pusiausvyrą.
3. Paaiškinti temperatūros sampratą.
4. Paaiškinti absoliutinę temperatūrų skalę.
5. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- idealiosios dujos;
- idealiųjų dujų slėgis;
- idealiųjų dujų greičiai;
- pagrindinė MKT lygtis;
- vakuumas

Probleminis įvadas

Termometrus naudoja visi. O ką jais matuoja? Žinoma, temperatūrą! Ką rodo temperatūra? Visi gerai žinome, kuo skiriasi šalti ir karšti kūnai. Liesdami įvairius kūnus, galime nustatyti, kuris jų labiau įkaitęs, ir sakome, kad jo temperatūra aukštesnė. Kūnų šiltumą ar šaltumą dažniausiai patiriame savo pojūčiais. Mes žinome, kad per tam tikrą laiką skirtingai įkaitusių kūnų temperatūra susivienodina, t. y. nusistovi šiluminė pusiausvyra. Dabar išsamiau aptarsime šiuos reiškinius.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Makroskopiniai parametrai.
   Fizikiniai dydžiai, apibūdinantys makroskopinį kūną, neatsižvelgiant į molekulinę medžiagos sandarą (p, V, T).
2. Šiluminė pusiausvyra.
   Vadiname tokią būseną, kai visi makroskopiniai parametrai yra pastovūs.
3. Temperatūra.
   Apibūdina kūnų sistemos šiluminės pusiausvyros būseną: šiluminės pusiausvyros būsenos sistemos visų dalių temperatūra yra vienoda.
4. Termometrai.
   Temperatūra matuojama termometrais.
   Šiluminės pusiausvyros būsenos dujų molekulių vidutinė kinetinė energija yra vienoda:

   $$\frac{pV}{N} = kT; \quad k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \text{J/K}.$$

   k – proporcingumo koeficientas, vadinamas Bolcmano konstanta.
5. Absoliučioji temperatūros skalė.
   Temperatūros matavimo skalė, sudaryta pagal formulę, vadinama absoliučiąja, arba termodinamine, skale.

   $$T = (t + 273)\ \text{K}; \ \Delta T = \Delta t.$$

   Absoliučiosios temperatūros skalės vienetas yra kelvinas (K).
   Absoliučioji temperatūra gali būti tiktai teigiama arba lygi nuliui.
   Temperatūra, kurioje idealiųjų dujų slėgis artėja prie nulio, kai tūris pastovus, vadinama absoliučiuoju nuliu.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/5 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/5 skyrelio užduotys: ____________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 9/6

PAMOKOS TEMA: **Būsenos lygtis ir jos taikymas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti idealiųjų dujų būsenos lygtį.
2. Išsiaiškinti universalią dujų konstantą.
3. Paaiškinti, kam taikoma idealiųjų dujų būsenos lygtis.
4. ____________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- makroskopiniai parametrai;
- šiluminė pusiausvyra;
- temperatūra;
- absoliučioji temperatūra;
- Bolcmano konstanta.

Probleminis įvadas

Termodinaminius parametrus sieja būsenos lygtis. Kalbėsime apie padarinius, kuriuos gali sukelti temperatūra ir kiti makroskopiniai parametrai. Molekulinės kinetinės teorijos pagrindinė lygtis padės mums nustatyti ryšius tarp šių parametrų.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Idealiųjų dujų būsenos lygtis.
   Lygtis, siejanti pagrindinius makroskopinius parametrus (p, V, T):

   $p = nkT.$

   $$n = \frac{N}{V}, \; N = \nu N_A, \; \nu = \frac{m}{M}, \; n = \frac{1}{V} \cdot \frac{m}{M} N_A .$$

   $$pV = \frac{m}{M} k N_A T.$$

2. Universalioji dujų konstanta R:

   $R = kN_A;$

   $R = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ J/K $\cdot\, 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}.

   $R = 8{,}31$ J/(mol $\cdot$ K).

3. Idealiųjų dujų būsenos lygtis (Mendelejevo ir Klapeirono lygtis):

   $$pV = \frac{m}{M} RT.$$

4. Kaip susiję dviejų skirtingų būsenų dujų parametrai:

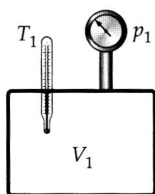
1 būsena $\frac{p_1V_1}{T_1} = \nu R$

2 būsena $\frac{p_2V_2}{T_2} = \nu R$

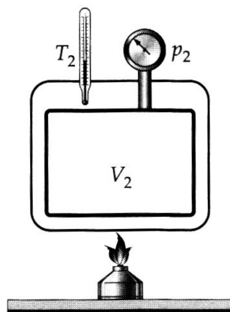
$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

– idealiųjų dujų būsenos lygtis (Klapeirono lygtis).

5. Būsenos lygties eksperimentinis patikrinimas.



$$\frac{p_1V_1}{T_1} \; ? \; \frac{p_2V_2}{T_2}$$



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 9/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 9/6 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 9 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Dujų tūrio, slėgio ir temperatūros sąryšis – DBK-10 Mf-7a-1, Mf-7b-1.

PAMOKOS NR. 9/7

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su MKT teiginių taikymu.

3. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, taikant idealiųjų dujų būsenos lygtį.
4. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Apskaičiuokite deguonies molekulės masę.
2. Kokį tūrį užima 50 mol oro?
3. Kodėl net absoliučioje tyloje girdėti vos suvokiamas triukšmas?
4. Kiek dalelių yra 300 cm^3 tūrio inde normaliomis sąlygomis?
5. Kodėl dujų, kurių pripildomos elektros lempos, slėgis turi būti mažas?
6. Koks yra 1 mol dujų slėgis, kai jų temperatūra 300 K, o tūris 1 l?

II variantas

1. Apskaičiuokite azoto molekulės masę.
2. Varinėje plokštelėje yra $6 \cdot 10^{22}$ atomų. Apskaičiuokite plokštelės masę.
3. Kodėl smėlio dulkelės ore juda netvarkingai?
4. 2 m^3 tūrio dujų slėgis 140 kPa, o temperatūra 27 °C. Nustatykite, kiek molekulių yra šiame tūryje.
5. Kurioje terpėje vienodomis sąlygomis Brauno judėjimas yra intensyvesnis: vandens ar alyvos laše? Kodėl?
6. Kokį tūrį užima 1 kmol dujų, kurių slėgis 1 MPa, o temperatūra 100 °C?

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos XI klasei, II dalis, 9 tema.

PAMOKOS NR. 10/1

PAMOKOS TEMA: **Vidinė energija. Šilumos kiekis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti vidinės energijos sampratą.
2. Išsiaiškinti idealiųjų dujų vidinę energiją.
3. Paaiškinti šilumos apykaitą.
4. Prisiminti vidinės energijos kitimo būdus.
5. Išsiaiškinti šilumos kiekį ir jo apskaičiavimą.
6. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- kontrolinio darbo rezultatų analizė.

Probleminis įvadas

Šiluminius reiškinius galima apibūdinti makroskopiniais parametrais, kuriuos parodo manometras ir termometras. Šie prietaisai nereaguoja į atskirų molekulių poveikį. Šiluminių reiškinių teorija, kuri neatsižvelgia į kūnų molekulinę sandarą, vadinama termodinamika. Termodinamikos pagrindą sudaro vidinės energijos sąvoka. Apie tai ir pakalbėsime.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Vidinės energijos samprata.
   Vidinė energija lygi tą kūną sudarančių dalelių (molekulių arba atomų) netvarkingo judėjimo kūnų masės centro atžvilgiu kinetinių energijų ir visų dalelių tarpusavio sąveikos potencinių energijų sumai.
2. Idealiųjų dujų vidinė energija.
   Yra tiesiog proporcinga jų absoliučiajai temperatūrai:
   $$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT;$$
   $$U = \frac{3}{2}pV.$$
   Nuo tūrio nepriklauso, nes idealiųjų dujų molekulių sąveikos potencinė energija lygi nuliui:
3. Vidinės energijos kitimas.
   - Atliekant darbą.
   - Perduodant šilumą (šilumos laidumas, konvekcija, spinduliavimas).
4. Šilumos apykaita.
   Vieno kūno energijos perdavimas kitam neatliekant darbo.
5. Šilumos kiekis.
   Vidinės energijos dalis, kuri pereina iš vieno kūno į kitą šilumos perdavimo būdu.
   Žymima – Q.
   Matavimo vienetai – J (džauliai):
   $$Q = cm\ (T_2 - T_1).$$
   Vėsdamas kūnas atiduoda šilumą aplinkai, o jo atiduotas šilumos kiekis neigiamas.
   $$Q = cm\ (T_2 - T_1); \quad T_2 < T_1 \quad Q < 0.$$
6. Savitoji šiluma.
   Tai toks šilumos kiekis, kurį reikia suteikti 1 kg medžiagos, kad jos temperatūra pakiltų 1 K.
   Žymima – c.
   Skirtingų medžiagų savitoji šiluma yra nevienoda. Vertės pateikiamos lentelėje.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 10/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 10/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

Demonstravimas

Kaitinant susidarę vandens garai išmuša mėgintuvėlio kamštį.

PAMOKOS NR. 10/2

PAMOKOS TEMA: **Faziniai virsmai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti fazinio virsmo sąvoką.
2. Išsiaiškinti, kas tai yra virimas.
3. Paaiškinti garavimą ir kondensaciją; nuo ko priklauso garavimo sparta.
4. Paaiškinti savitosios šilumos fizikinę prasmę.
5. Paaiškinti lydymąsi ir kietėjimą.
6. Paaiškinti, kodėl medžiaga garuoja ir kondensuojasi, lydosi ir kietėja, esant tam tikrai temperatūrai.
7. Išnagrinėti fazinių virsmų pavyzdžius.
8. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- vidinė energija;
- šilumos perdavimo būdai;
- idealiųjų dujų vidinė energija;
- šilumos kiekis;
- savitoji šiluma.

Probleminis įvadas

Nagrinėdami šiluminius reiškinius IX klasėje, aptarėme įvairias medžiagų būsenas ir jų kaitas. Lydymasis ir kietėjimas, garavimas ir kondensacija, virimas – tai procesai, kurie dažnai vyksta gamtoje, nuolatos pastebimi buityje. Kodėl verdant rasoja langai, kodėl apšąla vidinė stiklo pusė, kodėl išlipus iš

vandens pasidaro šalta, kodėl užvirinus vandenį toliau jį šildant temperatūra nebekyla, kodėl žiemą paukščiai tupia ant ledo lyčių ir dar daugybė kodėl. Pamėginsime išsiaiškinti, kas atsitinka vykstant faziniams virsmams.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Fazinis virsmas.
   Medžiagos būsenos, t. y. lydymasis ir kietėjimas, garavimas ir kondensacija.
2. Garavimas.
   Toks fazinis virsmas, kurio metu skystis virsta garais jo paviršiuje.
3. Virimas.
   Tai procesas, kurio metu skystis garuoja ne tik iš paviršiaus, bet ir iš vidaus.
   Skystis verda esant virimo temperatūrai, kuri viso virimo metu nekinta.
   Šilumos kiekis, reikalingas skysčiui išgarinti jo virimo temperatūroje, apskaičiuojamas pagal formulę

   $Q = Lm.$

   L – savitoji garavimo šiluma.
   Tai šilumos kiekis, reikalingas 1 kg skysčio išgarinti virimo temperatūroje. Matavimo vienetas – J/kg.
4. Kondensacija.
   Fazinis virsmas, kurio metu garai virsta skysčiu.
   Apskaičiuojama:

   $Q = -Lm.$

   Kondensuojantis garams išsiskiria šilumos kiekis.
5. Lydymasis.
   Tai fazinis virsmas, kurio metu kietasis kūnas virsta skysčiu.
   Temperatūra, kurioje kietasis kūnas suskystėja, vadinama lydymosi temperatūra.
   Apskaičiuojamas:

   $Q = \lambda m.$

   λ – savitoji lydymosi šiluma.
   Tai šilumos kiekis, reikalingas 1 kg kietos medžiagos paversti skysčiu jos lydymosi temperatūroje.
   Matavimo vienetas: J/kg
6. Kietėjimas.
   Tai fazinis virsmas, kurio metu skystis virsta kietuoju kūnu.
   Apskaičiuojama:

   $Q = -\lambda m.$

   Kietėdamas skystis išskiria į aplinką šilumą, lygią šilumos kiekiui, kuris sunaudojamas tam kūnui išlydyti.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 10/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 10/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ____________________

____

PAMOKOS NR. 10/3

PAMOKOS TEMA: **Darbas termodinamikoje**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Pakartoti darbą mechanikoje.
2. Išsiaiškinti, kaip apskaičiuojamas darbas termodinamikoje.
3. Paaiškinti, nuo ko priklauso darbas termodinamikoje.
4. Išsiaiškinti, kaip geometriškai apskaičiuoti darbą termodinamikoje.
5. ____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- fazinis virsmas;
- faziniai virsmai: lydymasis–kietėjimas, garavimas–kondensacija;
- savitoji lydymosi šiluma;
- savitoji garavimo šiluma;
- temperatūra: lydymosi, kietėjimo, virimo.

Probleminis įvadas

Mechanikoje darbas atliekamas tada, kai judantį kūną veikia jėga. Jis yra lygus kūno kinetinės energijos pokyčiui. Darbas termodinamikoje apskaičiuojamas panašiai kaip ir mechanikoje. Jis lygus ne kūno kinetinės, o jo vidinės energijos pokyčiui. Pamėginsime išsiaiškinti, kaip apskaičiuojamas darbas, kai dujos slegiamos arba plečiasi.

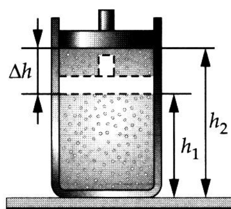
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Darbo termodinamikoje samprata.
2. Darbas mechanikoje:
   $A = Fs \cos \alpha$;

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

3. Darbo termodinamikoje apskaičiavimas.

- Dujos plečiasi
- Dujos spaudžiamos



$A' = F'\Delta h.$

$F' = pS;\ \vec{F}' = -\vec{F}.$

$A' = pS(h_2 - h_1);$

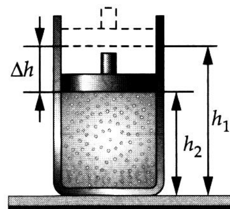
$A' = p(V_2 - V_1);$

$A' = p\Delta V.$

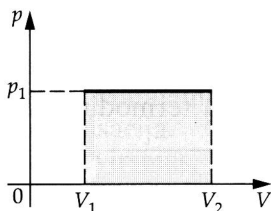
$A = -p\Delta V$; A – išorinių kūnų darbas;

| $A = -A' = -p\Delta V;$ |

A' – dujų darbas.



4. Geometrinis darbo termodinamikoje aiškinimas.



III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 10/3 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 10/3 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________________

____

PAMOKOS NR. 10/4

PAMOKOS TEMA: **Pirmasis termodinamikos dėsnis. Antrasis termodinamikos dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti energijos tvermės dėsnį šiluminiuose procesuose.
2. Išsiaiškinti I termodinamikos dėsnį.
3. Paaiškinti I termodinamikos dėsnį, kai dujos atlieka darbą.
4. Išsiaiškinti šilumos balanso lygtį.
5. Išsiaiškinti negrįžtamojo proceso sampratą.
6. Paaiškinti II termodinamikos dėsnį.
7. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- darbas mechanikoje;
- darbas termodinamikoje;
- geometrinis darbo vaizdavimas.

Probleminis įvadas

Pirmasis termodinamikos dėsnis – tai energijos tvermės dėsnis, apimantis šiluminius reiškinius. Jis rodo, nuo ko priklauso vidinės energijos pokytis. Tačiau šis dėsnis nieko nesako apie tai, kokie energijos virsmai yra galimi. Be to, yra daug procesų, kurie pagal energijos tvermės dėsnį gali vykti, tačiau iš tikrųjų niekada nevyksta. Apie tai ir pakalbėkime.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Energijos tvermės dėsnis gamtoje: energija gamtoje niekur neišnyksta ir nesukuriama; energijos kiekis nekinta, tik viena energijos forma virsta kita.
2. Energijos tvermės dėsnis, taikomas šiluminiams reiškiniams, – pirmasis termodinamikos dėsnis.
3. Pirmasis termodinamikos dėsnis:

$\Delta U = A + Q;$ • sistemos vidinės energijos pokytis, kintant sistemos būsenai, lygus išorinių jėgų darbo ir sistemai perduoto šilumos kiekio sumai;

$Q = \Delta U + A';$ A' – sistemos atliktas darbas.

4. Negalima sukurti amžinojo variklio.
5. Neteisinga sakyti:
   - sistema turi šilumos,
   - sistema turi darbo.

   Reikia sakyti:
   - sistema turi vidinės energijos.

6. Šilumos balanso lygtis:

$\Sigma Q = \Sigma Q'$;

$Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n = 0$;

Q – gautas šilumos kiekis,
Q' – atiduotas šilumos kiekis.
Q gali būti ir teigiamas, ir neigiamas.

Negrįžtamieji procesai gamtoje

1. Negrįžtamųjų procesų pavyzdžiai:
   - įšilusių kūnų atvėsimas,
   - mechaninių svyravimų slopimas.
2. Negrįžtamuoju vadiname tokį procesą, kuris gali vykti tik kaip viena sudėtingesnio proceso grandis.
3. Antrasis termodinamikos dėsnis:
   - parodo galimų energijos virsmų kryptį;
   - išreiškia gamtos procesų negrįžtamumą;
   - „Šaltesnis kūnas negali perduoti šilumos karštesniam, kai tuo pačiu metu nekinta abi sistemos arba aplinkos kūnai“ (*R. Klauzijus*).

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 10/4 ir 10/5 skyrelių užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 10/4 ir 10/5 skyrelių užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________

____

PAMOKOS NR. 10/5

PAMOKOS TEMA: **Šiluminiai varikliai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su šiluminio variklio veikimo principu.
2. Paaiškinti naudingumo koeficiento sąvoką.
3. Toliau plėsti energijos tvermės dėsnio turinį.
4. Supažindinti su šiluminių reiškinių keliamomis ekologinėmis problemomis.
5. ____

____

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

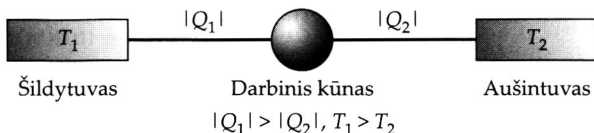
- energijos tvermės dėsnis šiluminiuose procesuose;
- I termodinamikos dėsnis;
- šilumos balanso lygtis;
- negrįžtamieji procesai;
- II termodinamikos dėsnis.

Probleminis įvadas

Vidinės energijos atsargas Žemėje praktiškai galima laikyti neribotomis. Bet nepakanka turėti energijos atsargų. Reikia mokėti panaudoti tą energiją. Žmonijai reikalingi varikliai – įrenginiai, galintys atlikti darbą. Dauguma variklių Žemėje – tai šiluminiai varikliai, t. y. įrenginiai, vidinę degalų energiją paverčiantys mechanine. Tačiau turime žinoti, kad visi šiluminiai varikliai išskiria didelį šilumos kiekį ir išmeta į atmosferą augalams bei gyvūnams kenksmingus cheminius junginius. Tai sudaro rimtas gamtos apsaugos problemas.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Šiluminiai varikliai kuro vidinę energiją paverčia mechanine energija.



Darbinio kūno atžvilgiu $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$.

2. Šiluminių variklių naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1};$$

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1};$$

- šiluminio variklio naudingumo koeficientu vadiname variklio atlikto darbo A' ir iš šildytuvo gautos šilumos kiekio Q_1 santykį;
- bet kokios realios šiluminės mašinos su temperatūros T_1 šildytuvu ir temperatūros T_2 aušintuvu naudingumo koeficientas negali būti didesnis už idealiosios mašinos naudingumo koeficientą (*S. Karno*, 1824).

Šiluminių variklių rūšys:

- garo turbinos;
- karbiuratoriniai vidaus degimo varikliai;
- dyzeliniai vidaus degimo varikliai;
- turboreaktyvieji varikliai;
- reaktyvieji varikliai.

Šiluminiai varikliai ir gamtos apsauga
1. Šiluminių variklių nauda.
2. Šiluminių variklių žala:
- šiluminis teršimas;
- medžiaginis teršimas:
  varikliai išmeta žalingas medžiagas: sieros junginius, azoto oksidus, anglies monoksidą ir kt.;
  radioaktyvios atliekos;
  elektrinės užima didelius naudingus žemės plotus;
  daug sunaudoja vandens.
3. Gamtos apsaugos būdai.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 10/6 ir 10/7 skyrelių užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 10/6 ir 10/7 skyrelių užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 10 temos užduotys: ______________________________

____

Demonstravimas

1. Vidaus degimo variklio veikimo principas – DBK-10 Mf-10b-1, Mf-10b-2, Mf-10b-3
DBK-7 Š-13a-1.

PAMOKOS NR. 10/7

PAMOKOS TEMA: **Kontrolinis darbas**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Tobulinti uždavinių sprendimo įgūdžius.
2. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, susijusius su termodinamikos dėsnių taikymu.
3. Patikrinti mokinių gebėjimą spręsti uždavinius, taikant šiluminių variklių naudingumo koeficientą.
4. Išsiaiškinti mokinių žinių spragas.
5. ____

____

PAMOKOS EIGA

Kontrolinis darbas

I variantas

1. Paaiškinkite, kodėl dykumoje dieną temperatūra labai pakyla, o naktį nukrinta žemiau nulio.
2. Pirtyje atvėsdami 2 °C 10 kg įkaitusių akmenų atiduoda 8,4 kJ energijos. Kokia yra akmens savitoji šiluma?
3. Kur ledas tirps greičiau: šaltame ar šiltame kambaryje? Kodėl?
4. Kiek šilumos reikia 2 kg –15 °C temperatūros ledo paversti vandens garais?
5. Kodėl aukštai kalnuose gyvenantys žmonės, virdami mėsą, indus uždengia dangčiais, o šiuos dar prispaudžia akmenimis?
6. Plėsdamosi dujos atliko 50 J darbą. Dujų slėgis tuo metu nekito ir buvo lygus 10^5 Pa. Kiek pakito dujų tūris?
7. Kiek aliuminio galima sušildyti nuo 10 °C iki 510 °C įrenginyje, kurio naudingumo koeficientas 25 %, sudeginus 2 kg žibalo?

II variantas

1. Paaiškinkite, kodėl salų klimatas yra vienodesnis ir artimesnis vidutiniam negu didelių žemynų.
2. 1,5 kg masės geležiniame puode yra 5 l vandens. Kiek šilumos reikia šiam vandeniui sušildyti nuo 15 °C iki 100 °C?
3. Ar įneštas į šiltą patalpą –5 °C ledas pradės tirpti iš karto? Kodėl?
4. Kiek šilumos reikia suteikti 3 kg –20 °C temperatūros ledo, kad jis virstų vandeniu, kurio temperatūra 30 °C?
5. Kodėl kai kurių šiuolaikinių puodų dangčiuose daromos skylutės?
6. Dujoms suteikus 500 J šilumos, atliktas 300 J darbas. Kaip ir kiek pakito dujų vidinė energija?
7. Motorvežio galia yra 736 W, o naudingumo koeficientas – 30 %. Kiek naftos (kg) per 1 h sudegina šio motorvežio variklis?

III variantas

P. Pečiuliauskienė. Fizikos pratybos IX klasei, II dalis, 10 tema.

PAMOKOS NR. 11/1

PAMOKOS TEMA: **Elektros krūvis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Priminti žinias apie atomo sandarą.
2. Plėsti elektringų dalelių sąvokos turinį.
3. Išsiaiškinti kūnų įsielektrinimo priežastis.
4. Išsiaiškinti krūvio tvermės dėsnį.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- atomo sandara;
- elektros krūvis ir jo rūšys;
- krūvių sąveika.

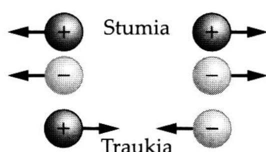
Probleminis įvadas

Fizikos mokslas pirmiausia ištyrė mechaninius, optinius ir šiluminius reiškinius, kurie tiesiogiai suvokiami pojūčiais. Be šių reiškinių, gamtoje egzistuoja ir elektriniai reiškiniai bei jėgos. Šios jėgos, jų kilmė ir veikimas pradėti nagrinėti tik XVIII amžiuje. Ligi šiol mokslas negali atsakyti, kokia yra elektros krūvio prigimtis. Žinoma, kad elektronas turi mažiausią neigiamą krūvį, kuris vadinamas elementariuoju, o protonas – teigiamą to paties didumo krūvį. Iki XVI amžiaus buvo stebimas reiškinys, kad gintaras, patrintas į vilną, traukia prie savęs lengvas plunksneles ar pūkelius. Vėliau buvo nustatyta, kad ne tik gintaras, bet ir daugelis brangakmenių, stiklas bei kiti kūnai patrinti traukia metalo drožles, skiedreles. Tai kas gi iš tikrųjų vyksta kūnams įsielektrinant?

II. Nauja mokomoji medžiaga

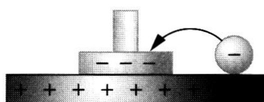
1. Elektrodinamika – mokslas apie ypatingos materijos rūšies – elektromagnetinio lauko, sukeliančio įelektrintų kūnų arba elektringųjų dalelių sąveiką, – savybes ir jų dėsningumus.
2. Sąveikų rūšys:
   - gravitacinė;
   - elektromagnetinė (tamprumo jėga, trintis, šviesa...);
   - stiprioji (branduolinė);
   - silpnoji.

   Elektromagnetinė sąveika daug kartų stipresnė už gravitacinę (vandenilio atome 10^{39} kartų).
3. Elektros krūvis – fizikinis dydis, apibūdinantis elektromagnetinės sąveikos intensyvumą.



- Elektringosios dalelės (elektronas, protonas),
- krūvio neturinčios dalelės (neutronas);
- nėra elektros krūvio be dalelių;
- elementarusis krūvis.

4. Kūnų įelektrinimas:



- atskiriami krūviai,
- iš vieno kūno į kitą pereina elektronai.

5. Elektros krūvio tvermės dėsnis: uždaroje sistemoje visų dalelių krūvių algebrinė suma lieka nepakitusi:

$$q_1 + q_2 + q_3 + ... + q_N = \text{const.}$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 11/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 11/1 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________________

____

Demonstravimas

1. Kūnų įelektrinimas – DBK-10 Ep-2a-1, Ep-2a-2, Ep-2a-3.

PAMOKOS NR. 11/2

PAMOKOS TEMA: **Kulono dėsnis**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti įelektrintų kūnų sąveiką.
2. Išsiaiškinti Kulono dėsnį.
3. Palyginti elektrostatines ir gravitacines jėgas.
4. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- sąveikų rūšys;
- elektrostatika;
- elektros krūvis;
- kūnų įelektrinimas;
- krūvio tvermės dėsnis.

Probleminis įvadas

Praėjusioje pamokoje išsiaiškinome kūnų įsielektrinimo priežastis, aptarėme krūvių rūšis ir jų sąveiką. Šioje pamokoje panagrinėsime elektromagnetinės sąveikos kiekybinius dėsnius. Pagrindinis elektrostatikos dėsnis – dviejų nejudančių taškinių įelektrintų kūnų arba dalelių sąveikos dėsnis.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Elektrostatika – elektrodinamikos skyrius, tiriantis nejudančius elektros krūvius, jų sąveiką ir lauką.
2. Kulono dėsnis.
   - Eksperimentiškai šį dėsnį 1785 m. atrado prancūzų fizikas S. Kulonas.
   - Kulono dėsnis nustatytas sukamosiomis svarstyklėmis.
   - Jis galioja dviem nejudantiems įelektrintiems taškiniams kūnams.
   - Kulono dėsnis išreiškia krūvių sąveikos jėgą:

$$\boxed{F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}.}$$

   - Dviejų taškinių nejudančių įelektrintų kūnų sąveikos jėga vakuume tiesiog proporcinga krūvių modulių sandaugai ir atvirkščiai proporcinga atstumo tarp jų kvadratui.
   - Kulono jėga – centrinė jėga (veikia išilgai tiesės, jungiančios tuos kūnus).
3. Krūvio vienetas – kulonas.
   - 1 kulonas (C) – krūvis, pratekantis per 1 s laidininko skerspjūviu, kai srovės stiprumas yra 1 A.
4. $[k] = 1\frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$, $k = 9 \cdot 10^9$ N · m²/C². ε_0 – elektrinė konstanta;

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0},\quad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/(N \cdot m^2)}.$$

   - Minimalus krūvis gamtoje $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.
5. Elektrostatinės ir gravitacijos jėgos palyginimas.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 11/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 11/2 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________________

____

Demonstravimas

1. Įelektrintų kūnų sąveika – DBK-10 Ep-4a-1, Ep-4a-2, Ep-4b-1, Ep-4b-2.

PAMOKOS NR. 11/3

PAMOKOS TEMA: **Elektrinis laukas ir jo stipris**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Supažindinti su kita materijos forma – elektriniu lauku.
2. Paaiškinti artiveikos ir toliveikos teorijas.
3. Išsiaiškinti, kas tai yra elektrinio lauko stipris, kokie jo matavimo vienetai.
4. Išsiaiškinti vienalyčio elektrinio lauko sąvoką.
5. Išmokti vaizduoti elektrinį lauką grafiškai.
6. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

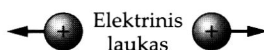
- įelektrintų kūnų sąveika;
- Kulono dėsnis;
- elektros krūvio vienetas;
- elektrinė konstanta.

Probleminis įvadas

Visi aplinkiniai kūnai sudaryti iš medžiagų, kurias žmogus suvokia pojūčiais. Juos galima pamatyti, paliesti. Tačiau kai kurių materijos formų žmogus pajusti negali. Fizikos moksle jas įprasta vadinti lauku. Su vienu lauku – elektriniu – susipažinsime per šią pamoką. Kas sukuria žmogaus pojūčiais nejuntamus laukus? Kokios savybės jiems būdingos?

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Artiveika – tarp sąveikaujančių kūnų vykstantis procesas.



- Aplink kiekvieną nejudantį krūvį susidaro elektrinis laukas.
- Aplink judančias elektringąsias daleles susidaro elektromagnetinis laukas.
- Krūvių sąveika.
- Elektromagnetinės sąveikos sklidimo greitis (šviesos greitis) $c \approx 300\ 000$ km/s.

2. Elektrinio lauko stipris.

• Elektrinį lauką apibūdina jame esantį krūvį veikiančios jėgos.

• Jėgos, veikiančios tam tikrame lauko taške esantį krūvį, ir to krūvio santykis kiekviename lauko taške nepriklauso nuo krūvio ir gali būti laikomas lauko charakteristika, vadinama elektrinio lauko stipriu:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q};$$

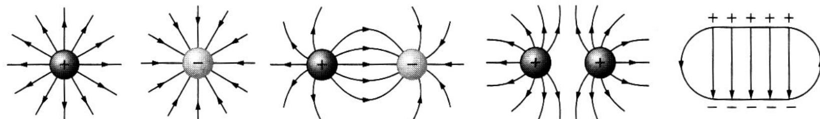
$$\vec{F} = q\vec{E}.$$

3. Elektrinio lauko modelis:

• elektrinio lauko jėgų linijos – nenutrūkstamos linijos, kurių liestinės kiekviename linijos taške sutampa su lauko stiprio vektoriumi;

• elektrinio lauko jėgų linijos realiai neegzistuoja – jos tik lauko modelis.

4. Elektrinio lauko savybės išreiškiamos jėgų linijomis:



Elektrinio lauko jėgų linijų požymiai:

• linijos nėra uždaros;
• nenutrūksta ir nesusikerta;
• prasideda teigiamuose krūviuose (išeina iš teigiamų krūvių);
• baigiasi neigiamuose krūviuose (sueina į neigiamus krūvius);
• linijų tankis didesnis arti įelektrintų kūnų, kur lauko stipris didesnis.

5. Elektrinis laukas, kurio stipris $\vec{E}$ vienodas visuose erdvės taškuose, vadinamas vienalyčiu.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 11/3 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 11/3 skyrelio užduotys: ______________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 11 temos užduotys: ______________________

____

Demonstravimas

1. Įelektrintų rutuliukų elektrinis laukas – DBK-8 E-10a-1, E-10a-2.
2. Dviejų įelektrintų plokščių elektrinis laukas – DBK-10 Ep-6a-1.
3. Elektrinio lauko jėgų linijos – DBK-8 E-11a-1, E-12a-1, E-12a-2.

PAMOKOS NR. 11/5

PAMOKOS TEMA: **Laidininkai ir dielektrikai elektrostatiniame lauke**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Prisiminti žinias apie laidininkus ir dielektrikus.
2. Išsiaiškinti laidininkus elektriniame lauke.
3. Išsiaiškinti dielektrikus elektriniame lauke.
4. Išsiaiškinti dielektrinės skvarbos sampratą.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

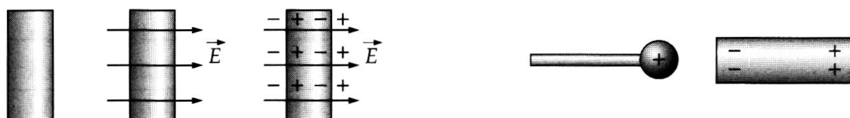
- artiveika ir toliveika;
- elektrinis laukas;
- elektrinio lauko savybės;
- elektrinio lauko stipris ir jo vienetai;
- elektrinio lauko grafinis vaizdavimas.

Probleminis įvadas

Elektringųjų dalelių tarpusavio sąveika priklauso nuo terpės, kurioje yra tos dalelės. Bet kokia medžiaga visuomet silpnina elektrinį lauką. Nuo medžiagos elektrinių savybių priklauso, kiek joje sumažėja elektrinio lauko stipris. Pagal elektrines savybes visos medžiagos skirstomos į laidininkus, dielektrikus ir puslaidininkius. Šioje pamokoje nagrinėsime tik laidininkus ir dielektrikus.

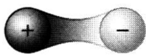
II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Laidininkai.
   Medžiagos, turinčios laisvųjų elektringųjų dalelių, arba krūvininkų.
2. Laidininkai elektrostatiniame lauke:
   - laisvieji krūviai;
   - laisvieji elektronai (metaluose);
   - laidininko viduje elektrinio lauko nėra;



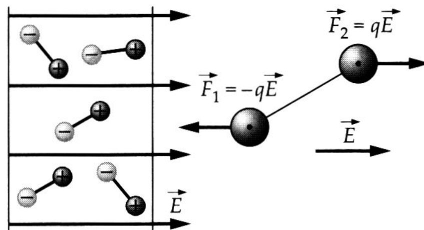
- elektrostatinė apsauga;
- visas statinis laidininko krūvis sutelktas laidininko paviršiuje.

3. Dielektrikai.
Medžiagos, kurias sudaro neutralūs atomai arba molekulės.

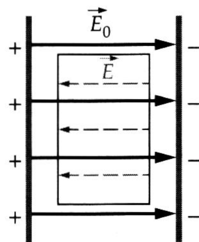


- NaCl molekulėje teigiamojo krūvio išsidėstymo centras tenka natrio jonui, neigiamojo – chloro jonui.

2. Elektrinis dipolis.
3. Dielektrikai – elektrai nelaidžios arba mažai laidžios medžiagos (izoliatoriai).
4. Dielektrikų rūšys:
   - poliniai – jų molekulių krūvių centrai nesutampa;
   - nepoliniai – jų molekulių krūvių centrai sutampa.
5. Polinių dielektrikų poliarizacija.



6. Dielektrinė skvarba – fizikinis dydis, parodantis, kiek kartų elektrinio lauko stipris E vienalyčio dielektriko viduje mažesnis už lauko stiprį E_0 vakuume:



$$\varepsilon = \frac{E_0}{E};$$

$$E = \frac{q}{\varepsilon r^2}; \quad F = k\frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2}.$$

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 11/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ______________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 11/5 skyrelio užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ______________________________

____

PAMOKOS NR. 11/6

PAMOKOS TEMA: **Elektrinė talpa. Kondensatoriai**

PAMOKOS TIKSLAI:

1. Išsiaiškinti elektrinės talpos sampratą.
2. Išsiaiškinti, kas tai yra kondensatorius.
3. Paaiškinti, nuo ko priklauso plokščiojo kondensatoriaus talpa.
4. Išsiaiškinti, kaip skirstomi ir kur panaudojami kondensatoriai.
5. ______________________________

PAMOKOS EIGA

I. Frontalios apklausos turinys:

- laidininkai;
- laidininkai elektriniame lauke;
- dielektrikai;
- dielektrikai elektriniame lauke.

Probleminis įvadas

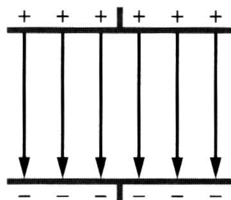
Išsiaiškinkime praktikai svarbų klausimą: kokiu būdu galima sukaupti laidininke didelį elektros krūvį? Pirmiausia susipažinsime su fizikiniu dydžiu, apibūdinančiu laidininko savybę kaupti krūvį. Toliau nagrinėsime laidininkų sistemą, kaupiančią krūvį, t. y. nagrinėsime vieną iš svarbiausių elektronikoje naudojamų prietaisų – kondensatorių. Sužinosime, kokia yra tokių sistemų sandara bei nuo ko priklauso jų elektrinė talpa.

II. Nauja mokomoji medžiaga

1. Elektrinė talpa.
   Dydis, apibūdinantis dviejų laidininkų gebėjimą kaupti elektros krūvį.
2. Elektrinė talpa priklauso nuo
   - laidininko paviršiaus ploto;
   - nuo kitų arti esančių laidininkų bei jų supančios aplinkos.
3. Kondensatorius.
   Dviejų laidininkų sistema, naudojama elektros krūviui kaupti.

4. Kondensatoriaus talpa.

Kondensatoriaus talpa vadinamas vieno laidininko krūvio ir to laidininko bei gretimo laidininko potencialų skirtumo santykis.



$$C = \frac{q}{U}; \quad q > 0.$$

5. Elektrinės talpos vienetai.

[C] = 1 F.

[C] = 1 C/V.

6. Plokščiojo kondensatoriaus elektrinė talpa:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}.$$

7. Kondensatorių rūšys:
   - kintamos talpos kondensatoriai;
   - pastovios talpos kondensatoriai (skirstomi pagal naudojamo tarp plokščių dielektriko rūšį).
8. Kondensatorių panaudojimas:
   - radiotechnikos prietaisuose;
   - elektrotechnikos įrenginiuose: kintamos srovės lygintuvuose, radijo siųstuvų ir imtuvų virpesių kontūruose.

III. Naujos mokomosios medžiagos įtvirtinimas

Vadovėlio 11/6 ir 11/7 skyrelių užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ___________________________

____

IV. Namų darbai

Vadovėlio 11/6 ir 11/7 skyrelių užduotys: ______________________________

____

2-ojo pratybų sąsiuvinio 12 temos užduotys: ___________________________

____

Demonstravimas

1. Kibirkšties demonstravimas elektroforine mašina.

2. Plokščiojo kondensatoriaus talpos priklausomybė nuo plokščių ploto, atstumo tarp jų ir dielektriko – DBK-10 Ep-7a-3.

3. Kondensatorių sandara – DBK-10 Ep-8a-1, Ep-8a-2, Ep-8a-3.

Kontrolinių darbų atsakymai

1/7 I variantas
2 užd. 1 m, –5 m
4 užd. 34,4 m; ≈ 4,3 s

II variantas
2 užd. 430 m
3 užd. 7 m; 3 m
4 užd. 12,5 s; 15 m

2/7 I variantas
1 užd. 12 m/s
2 užd. 10 m/s
3 užd. 2 m/s; 8 m/s
4 užd. $v_x = 0{,}8\,t$; 6,4 m
5 užd. 20 s

II variantas
1 užd. 4 m/s
2 užd. 12 m/s
3 užd. 10 s
4 užd. 14 m/s; 0,4 m/s^2
5 užd. 0,2 m/s^2; 15 m/s

4/5 I variantas
1 užd. 12 N; 1000 m
2 užd. 5 kg; 50 m/s
3 užd. ≈ 41 666 N
4 užd. $3 \cdot 10^5$ N

II variantas
1 užd. 10^5 N
2 užd. 2,25 m/s
3 užd. 12 m/s^2; 600 m
4 užd. 40 N

5/9 I variantas
2 užd. 0,45
4 užd. $12 \cdot 10^{25}$ N
5 užd. 700 N; 910 N; 0

II variantas
1 užd. 50 N/m
2 užd. 4800 N
4 užd. 40 N
5 užd. 2000 N

7/8 I variantas
8 užd. 3 s; 0,33 Hz
11 užd. 2 Hz

II variantas
3 užd. 4 x_m
4 užd. 0,8 J
8 užd. 4,8 m/s
9 užd. 0,33 Hz

9/7 I variantas
1 užd. $5{,}32 \cdot 10^{-26}$ kg
2 užd. 1,1 m^3
4 užd. $8 \cdot 10^{21}$
6 užd. 2,5 MPa

II variantas
1 užd. $4{,}65 \cdot 10^{-26}$ kg
2 užd. 381 g
4 užd. $6{,}8 \cdot 10^{25}$
6 užd. 3,1 m^3

10/7 I variantas
2 užd. 420 J/kg · K
4 užd. 6 MJ
6 užd. $5 \cdot 10^{-4}$ m^3
7 užd. 47 kg

II variantas
2 užd. 1,84 MJ
4 užd. 1,5 MJ
6 užd. 200 J
7 užd. 0,2 kg

Naudota literatūra

1. *Buchovcevas B., Miakiševas G.* (1987). Fizika. Vadovėlis X–XI klasei. Kaunas: Šviesa.
2. *Čekianienė R., Jakutis S., Urbietis P., Valentinavičius V.* (1981). Fizikos demonstracinių bandymų kartoteka XI klasei. Kaunas: Šviesa.
3. Integruojamų programų gairės. (2006). Prieiga per internetą adresu: www.pedagogika.lt
4. *Jensen E.* (1999). Tobulas mokymas. Vilnius: Leidykla AB OVO.
5. *Jovaiša L.* (1993). Pedagogikos terminų žodynas. Kaunas: Šviesa.
6. *Jucevičienė P.* (1996). Organizacijos elgsena. Kaunas: Technologija.
7. *Kikoinas I., Kikoinas A.* (1987). Fizika. Vadovėlis IX klasei. Kaunas: Šviesa.
8. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI–XII klasės. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministro 2002 m. rugpjūčio 21 d. įsakymu Nr. 1465. (*.pdf formatu). Prieiga per internetą adresu: www.pedagogika.lt
9. *Marzano R. J.* (2005). Naujoji ugdymo tikslų taksonomija. Vilnius: Žara.
10. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. Patvirtinta LR Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d., nutarimu Nr. 1160. Prieiga per internetą adresu: http://www.am.lt/files/cd_lt.pdf
11. *Pečiuliauskienė P.* (2005). Fizika. Bendrasis kursas. Vadovėlis XI klasei. Pirmoji knyga. Kaunas: Šviesa.
12. *Pečiuliauskienė P.* (2005). Fizika. Bendrasis kursas. Vadovėlis XI klasei. Antroji knyga. Kaunas: Šviesa.
13. *Pečiuliauskienė P.* (2005). Fizikos pratybos XI klasei. 1-asis sąsiuvinis. Kaunas: Šviesa.
14. *Pečiuliauskienė P.* (2005). Fizikos pratybos XI klasei. 2-asis sąsiuvinis. Kaunas: Šviesa.
15. *Petty G.* (2006). Šiuolaikinis mokymas. Vilnius: Tyto alba.
16. *Šiaučiukėnienė L., Visockienė O., Talijūnienė P.* (2006). Šiuolaikinės didaktikos pagrindai. Kaunas: Technologija.
17. Universaliosios ugdymo programos. (1992). Vilnius.
18. *Valentinavičius V.* (1985). Pradedančiajam fizikos mokytojui. Kaunas: Šviesa.
19. *Vičas S.* (2005). Fizikos uždavinynas XI klasei. Kaunas: Šviesa.
20. *Vičas S.* (2005). Fizikos testai XI klasei. Kaunas: Šviesa.

Turinys

Serija „Mokytojo knyga“
Giedrė Kvietkauskienė, Palmira Pečiuliauskienė
FIZIKA
Bendrasis kursas
XI klasės mokytojo knyga

Dailininkė *Vytautė Zovienė*
Redaktorius *Vytautas Venslovas*
Viršelis *Kristinos Jėčiūtės*

Tir. 800 egz. Leid. Nr. 16 328. Užsak. Nr. 748.
Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa“, E. Ožeškienės g. 10, LT-44252 Kaunas.
El. p. mail@sviesa.lt
Interneto puslapis http://www.sviesa.lt
Spausdino AB spaustuvė „Aušra“, Vytauto pr. 23, LT-44352 Kaunas.
El. p. ausra@ausra.lt
Interneto puslapis http://www.ausra.lt
Sutartinė kaina